

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Natan Luis Silva Rodvalho

**Sistema para cadastro e gerenciamento de Base
de Imagens para utilização em pesquisas
científicas na área de Visão Computacional**

Uberlândia, Brasil

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Natan Luis Silva Rodovalho

**Sistema para cadastro e gerenciamento de Base de
Imagens para utilização em pesquisas científicas na área
de Visão Computacional**

Trabalho apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Mauricio Cunha Escarpinati

Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Faculdade de Ciência da Computação
Bacharelado em Sistemas de Informação

Uberlândia, Brasil

2021

Natan Luis Silva Rodovalho

Sistema para cadastro e gerenciamento de Base de Imagens para utilização em pesquisas científicas na área de Visão Computacional

Trabalho apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Trabalho aprovado. Uberlândia, Brasil, 12 de novembro de 2021:

Mauricio Cunha Escarpinati
Orientador

William Chaves de Souza Carvalho
Membro da Banca

Jocival Dantas Dias Junior
Membro da Banca

Uberlândia, Brasil
2021

Resumo

A construção de uma base de dados com propósito científico envolve inúmeras e onerosas etapas. Em se tratando de bases de imagens, estas precisam ser representativas, ou seja, reproduzir da melhor maneira possível o universo em análise. Neste projeto objetiva-se a construção de um sistema *web* para auxiliar na criação dos conjunto de dados que servirão de insumo para pesquisas na área de visão computacional, especificamente nas que utilizam um classificador responsável por interpretar e extrair informações a partir dos dados processados. Especialistas, pessoas com conhecimento no domínio do problema, são responsáveis por classificar as imagens e gerar a base de conhecimento enquanto os pesquisadores gerenciam as pesquisas, adicionando e validando imagens, além de controlar os colaboradores e especialistas envolvidos, o administrador fica encarregado de controlar o acesso e permissões dos usuários da plataforma. A *stack* de tecnologia que compõe o sistema é o *cakePHP* um *framework* baseado na linguagem *PHP*, voltado para aplicações *web*, e que possui uma padronização utilizando o *MVC*, o banco de dados relacional *PostgreSQL* foi escolhido para gerenciar as informações e para o versionamento do código fonte foi utilizado o *GitHub*. O projeto foi desenvolvido entregando as funcionalidades definidas em um primeiro momento, mas com o levantamento dos trabalhos correlatos foi identificado funções relevantes para a plataforma que futuramente serão agregadas, atualmente apresenta a distribuição de classificação das imagens proporcionando um auxílio na tomada de decisão por parte de pesquisadores que podem adicionar mais imagens relacionadas a classes pouco representadas.

Palavras-chave: Banco de Dados, Classificador, Sistema Web, Especialista, Pesquisas, Visão Computacional, Tecnologias.

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Passos fundamentais em processamento de imagens digitais | 14 |
| Figura 2 – Exemplo de uma requisição <i>HTTP</i> | 16 |
| Figura 3 – Exemplo de uma resposta <i>HTTP</i> | 17 |
| Figura 4 – Representação do padrão <i>Model-View-Controller</i> | 18 |
| Figura 5 – Ciclo de vida de uma requisição no <i>cakePHP</i> | 19 |
| Figura 6 – <i>ACID</i> | 20 |
| Figura 7 – Ator de um diagrama de casos de uso | 23 |
| Figura 8 – Exemplo de caso de uso do sistema | 23 |
| Figura 9 – Funcionalidades de um usuário | 25 |
| Figura 10 – Funcionalidades de um especialista | 26 |
| Figura 11 – Funcionalidades de um pesquisador | 28 |
| Figura 12 – Funcionalidades de um administrador | 29 |
| Figura 13 – Relacionamento entre os atores | 30 |
| Figura 14 – Diagrama entidade relacionamento | 31 |
| Figura 15 – Diagrama de classes | 32 |
| Figura 16 – Processo de desenvolvimento | 34 |
| Figura 17 – Etapas para criar um conjunto de dados | 35 |
| Figura 18 – Formulário para cadastrar imagens | 36 |
| Figura 19 – Validação de uma imagem cadastrada | 36 |
| Figura 20 – Classificação de uma imagem validada | 37 |
| Figura 21 – Resultado das classificações de imagens validadas | 39 |
| Figura 22 – Detalhes das classificações de uma imagem | 39 |
| Figura 23 – Especialistas responsáveis pela classificação | 40 |
| Figura 24 – Conjuntos que uma pesquisa possui | 41 |
| Figura 25 – Página para cadastrar uma nova pesquisa | 41 |
| Figura 26 – Página para incluir pesquisadores em uma pesquisa | 42 |
| Figura 27 – Página para incluir especialista em uma pesquisa | 43 |
| Figura 28 – Formulário para incluir uma classe em uma pesquisa | 43 |
| Figura 29 – Listagem das classes cadastradas por um pesquisador | 44 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|-------|--|
| UFU | Universidade Federal de Uberlândia |
| FACOM | Faculdade de Computação |
| PHP | Hypertext Preprocessor |
| HTML | Hypertext Markup Language |
| MVC | Model-View-Controller |
| ACID | Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade |
| HTTP | Hypertext Transfer Protocol |
| WWW | World Wide Web |
| RFC | Request for Comments |
| CRUD | Create, Read, Update, Delete |
| URL | Uniform Resource Locator |
| SQL | Standard Query Language |
| ACID | Atomicity, Consistency, Isolation, Durability |
| DER | Diagrama Entidade Relacionamento |

Sumário

| | | |
|----------|----------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 | Problema | 8 |
| 1.2 | Justificativa | 9 |
| 1.3 | Objetivos | 11 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 11 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos | 11 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 13 |
| 2.1 | Visão Computacional | 13 |
| 2.1.1 | Aquisição de imagens | 14 |
| 2.1.2 | Pré-Processamento | 14 |
| 2.1.3 | Segmentação | 14 |
| 2.1.4 | Representação e descrição | 15 |
| 2.1.5 | Reconhecimento e interpretação | 15 |
| 2.1.6 | Base de conhecimento | 15 |
| 2.2 | Tecnologias Utilizadas | 16 |
| 2.2.1 | Hypertext Transfer Protocol | 16 |
| 2.2.2 | CakePHP | 17 |
| 2.2.3 | PostgreSQL | 19 |
| 3 | TRABALHOS CORRELATOS | 21 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 23 |
| 4.1 | Diagramas de Casos de Usos | 23 |
| 4.1.1 | Usuário | 24 |
| 4.1.2 | Especialista | 25 |
| 4.1.3 | Pesquisador | 26 |
| 4.1.4 | Administrador | 28 |
| 4.1.5 | Relação entre os Atores | 29 |
| 4.2 | Diagrama Entidade Relacionamento | 30 |
| 4.3 | Diagrama de Classes | 32 |
| 4.4 | Processo de Desenvolvimento | 33 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 35 |
| 5.1 | Criando o conjunto de dados | 35 |
| 5.2 | Gerenciamento da pesquisa | 40 |

| | | |
|----------|------------------------------|-----------|
| 6 | CONCLUSÕES | 45 |
| | REFERÊNCIAS | 48 |

1 Introdução

A criação e o gerenciamento de grandes conjuntos de dados de imagens atualmente é uma tarefa laboriosa como explica (DENG et al., 2009). A dificuldade deriva de poder importar, organizar, manter e correlacionar rótulos de classificação (potenciais verdades para os vários especialistas classificando-as) para imagens provenientes de diferentes fontes e formatos distintos.

Neste contexto, o portal de catálogo de imagens é um sistema *web* que visa auxiliar pesquisadores que necessitem criar e manter conjuntos de dados de imagens científicas para seus trabalhos e/ou para uso coletivo.

O portal do catálogo de imagens é proposto para permitir a criação de um conjunto de dados composto por imagens, que exigem a opinião de vários especialistas para definir uma verdade fundamental com a finalidade de chegar a um veredicto em relação a qual classe uma imagem pertence. Tais verdades podem ser utilizadas para inúmeras finalidades, dentre elas se destaca o treinamento e validação de algoritmos de classificação.

1.1 Problema

O processo de criação de uma base de conhecimentos é uma tarefa árdua, pois as ferramentas existentes focam em funções muito específicas, sendo necessário desse modo um *software* diferente para executar cada atividade que compõe o processo, podendo este não ser especificamente feito para realizar a construção de uma base de dados.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um sistema que auxilie na construção da base de conhecimento que será utilizada por métodos computacionais de classificação de imagens do mais variados temas de pesquisa, centralizando e organizando o conjunto de dados em uma plataforma que permite desde o controle de armazenamento até funcionalidades para a classificação e manipulação das informações.

Existe, na literatura especializada, inúmeros trabalhos que apresentam soluções para criação de conjuntos de dados de imagens. No entanto, a maioria deles se concentram na organização de imagens com rótulos, para simplificar a recuperação de imagens pelo usuário, mas ao contrário do trabalho proposto, a maioria não disponibiliza as imagens para que outros possam realizar as classificações. *LabelMe* (RUSSELL et al., 2008) software permite que você crie coleções que comportarão as imagens cadastradas. A classificação ocorre apenas em pequenos trechos da imagem através de polígonos que depois de definidos, é necessário identificar qual classe esses polígonos pertencem. Também não fornece meios para acomodar múltiplas rotulagens potencialmente contraditórias. O sis-

tema não permite validar as imagens mas tem a funcionalidade de processamento como filtros. Outro exemplo é o serviço fornecido pelo *Google* conhecido como *Google Fotos* (GOOGLE, 2019). Disponibiliza um espaço de armazenamento permitindo que as imagens sejam organizadas em pastas, está equipado com uma ferramenta de inteligência artificial que consegue agrupar as imagens de acordo com um rótulo. No entanto, não permite um controle fino como a classificação dos dados, em diferentes classes, por parte de vários especialistas.

Todas as opções citadas anteriormente se concentram na criação de conjuntos de dados mas não possuem um recurso crucial necessário na maioria dos bancos de dados de imagens. Ou seja, a capacidade de trabalhar com vários especialistas e até mesmo combinar suas classificações em uma classe final consensual, fator relevante em contextos em que a classificação é muito complexa de ser realizada além de proporcionar uma maior qualidade em relação a assertividade visto que são compostas pela opinião de vários avaliadores.

1.2 Justificativa

Com o crescente aumento de demandas que necessitam da visão computacional, devido ao grande impulso que teve em relação a pesquisas sobre algoritmos de aprendizado profundo que proporciona a busca por soluções computacionais para uma variedade de problemas como (VOULODIMOS et al., 2018) descreve, por exemplo a construção de carros autônomos capazes de se conduzir até um destino por conta própria e para isso utiliza-se de sensores, câmeras dentre outros dispositivos para decidir qual será sua futura ação como explica (KATO et al., 2015), e para a resolução de grande partes dos desafios desse domínio é requerido uma base de conhecimento que será consumida pela a maioria dos métodos existentes, por exemplo as redes neurais convolucionais utilizadas por (FAISAL et al., 2019) para a identificação de patógenos a partir de imagens obtidas através de microscópios.

Visto que a base de conhecimento controla e interage com diversos módulos do processo, ela é de suma importância para o sucesso do projeto pois sua qualidade reflete diretamente no resultado, (XIAO et al., 2015) discorre sobre os fatores que podem influenciar na precisão de um classificador e um deles se refere ao conjunto de dados pois problemas como classificações incorretas, dentre outros, induzem para um resultado incorreto, com isso, essa é uma fase onde se faz necessário dedicar grande parte do tempo de desenvolvimento de qualquer projeto. Muitos problemas que requerem o uso de visão computacional dependem da classificação das imagens, por exemplo reconhecer se tem um cachorro ou gato presente no cenário, e para isso é utilizado métodos de aprendizado computacional e um dos mais aplicados ultimamente é o supervisionado devido a uma recente evolução em seus algoritmos.

As redes neurais convolucionais são métodos bio inspirados no funcionamento do cérebro e no sistema visual humano que visa modelar sua estrutura para resolver problemas complexos por meio do reconhecimento de padrões dos dados que são suas entradas como explica (VOULODIMOS et al., 2018), no contexto do sistema desenvolvido no presente trabalho os dados de entrada são na forma de imagens digitais, e a saída geralmente é a classificação da informação de acordo com um conjunto de classes predefinidas. A classificação ocorre por meio do aprendizado supervisionado que consiste no fato de existir um mapeamento do conjunto de dados, que correlaciona uma entrada com sua saída esperada de acordo com (CUNNINGHAM; CORD; DELANY, 2008), utilizado posteriormente pelos algoritmos para certificarem se acertaram ou não o processamento de uma informação e se auto ajustar de acordo com o resultado. A quantidade de dados da base é subdividido para definir o número de execuções de treinamento, teste e validação, quanto maior o conjunto isso reflete em uma maior quantidade de iteração do método implicando em um melhor refinamento do modelo no que compete em sua versatilidade em conseguir lidar com dados nunca vistos anteriormente diminuindo as probabilidades de sobre-ajuste (*overfitting*), que é quando o modelo aprende muito bem o conjunto de dados mas é ineficiente em lidar com dados novos como explica (HAWKINS, 2004). Como é necessário ter o conjunto que indique qual é a saída esperada isso demanda um pré processo que consiste na classificação das imagens que serviram como entrada para o algoritmo, no caso da visão computacional, sendo uma tarefa onerosa devido a necessidade de processar muitos dados para compor o agrupamento outro fator complicante é a classificação do dado que pode ser complexa dependendo do domínio do problema, sendo necessário um especialista daquele ramo para fazer essa tarefa, por exemplo para classificar se existe ou não câncer de pele em imagens de pacientes deve ser realizado por um médico com expertise na área.

Conforme exemplificado por (VOULODIMOS et al., 2018), existem diversas bases de conhecimento disponíveis gratuitamente na *internet*, como conjuntos de imagens de rostos de pessoas, algumas com classificações já realizadas, porém voltadas apenas para um projeto em específico limitando assim o escopo de estudos atendidos por essas bases. Com o avanço das pesquisas da área, a tendência é que o foco seja em assuntos ainda não abordados criando assim uma necessidade por bases de informações ainda não criadas ou realizar um pré-processamento nos existentes para adequá-los ao cenário abordado, por exemplo classificar os dados em classes diferentes das definidas atualmente.

Haja visto que alguns fatores que fazem parte de uma pesquisa na área de processamento digital de imagens, o sistema foi projetado levando em consideração cada ponto mencionado anteriormente, esses pontos foram considerados como demandas para levantar os requisitos funcionais e não funcionais. O principal objetivo é fornecer mecanismos para catalogar imagens de qualquer origem provendo assim meios para organizar as bases de dados das pesquisas disponibilizando assim meios de ajustar as imagens cadastradas como reajustar o tamanho da mesma ou fazer um corte de uma determinada região, e a

principal funcionalidade é a classificação dos dados como pertencente a uma determinada classe feita por especialistas cadastrados na plataforma.

Proporcionando um controle sobre a base, desde o armazenamento da informação até em sua padronização, para que o pesquisador consiga diminuir o tempo total dedicado na etapa de construção da base de conhecimento que é de grande relevância para o sucesso do projeto. Com o programa é possível criar mais de uma pesquisa, onde cada uma terá sua própria base de conhecimento, e um conjunto de especialistas possuem um conhecimento no domínio do problema ao ponto de serem aptos a classificar os dados de acordo com o conjunto de classes cadastradas, propiciando uma maior assertividade com relação à classificação, pois a classe da imagem é definida de acordo com o consenso da maioria dos especialistas aumentando assim a probabilidade de um melhor resultado para os algoritmos que irão coletar esses dados para processá-los. Suprindo a necessidade de se criar pesquisas para projetos que abordam temas muito específicos e com uma escassez de dados disponíveis publicamente com relação ao tema, ficando a cargo do pesquisador realizar o cadastro das imagens, especialistas e classes, tendo assim uma organização centralizada e organizada pelo sistema, além disso acrescentando um certo dinamismo pelo fato de que caso surja uma nova classe basta apenas adicioná-la que as imagens a partir daquele momento podem ser enquadradas na nova possibilidade. A base de conhecimento pode ser reutilizada em mais de uma pesquisa caso seja necessário ou apenas ajustada para um novo cenário como descrito anteriormente criando assim uma maneira ainda mais eficiente em relação ao tempo gasto com a produção dos conjuntos.

1.3 Objetivos

O projeto possui um objetivo geral, que indica o que ele pretende desenvolver e para isso será segmentado em etapas a fim de cumprir o propósito principal, detalhados nos tópicos abaixo.

1.3.1 Objetivo Geral

O principal objetivo é a construção de um sistema que possibilite a criação de base de conhecimento a partir da inserção e classificação, por especialistas, de um conjunto de imagens, de acordo com classes previamente definidas. Disponibilizando assim para um pesquisador uma melhor gestão da informação e um refinamento em relação ao conjunto de dados que alimentará uma pesquisa na área de visão computacional.

1.3.2 Objetivos específicos

Para realizar o objetivo geral é necessário concluir os específicos, detalhados nas seguintes atividades:

1. **Modelagem do sistema de catalogação:** Nesta etapa a modelagem de software do sistema de catalogação será realizada, levando em consideração os requisitos levantados, diagramas como caso de uso, classe e entidade relacionamento serão utilizados.
2. **Implementação do banco de dados relacional:** Com base nos diagramas levantados, o banco de dados vai ser criado de acordo com os atributos necessários para empregar os controles corretos da aplicação e persistência de dados. O banco ficará em um servidor específico da aplicação e o *PostgreSQL* foi escolhido.
3. **Desenvolvimento da aplicação:** Após ter todo o ambiente preparado para receber a aplicação, iniciará o processo de desenvolvimento, onde as funcionalidades implementadas deverão estar alinhadas com os requisitos descritos nos diagramas, o desenvolvimento será feito em um ambiente separado do de produção e quando finalizado irá para produção, o código vai ser versionado utilizando *GitHub*.
4. **Implantação do sistema:** Quando o desenvolvimento for concluído ele será implantado em um servidor, que precisará prover todos os requisitos para que ele funcione como o banco de dados, por exemplo.
5. **Testes do sistema:** Com o sistema no ar alguns testes serão realizados para certificar que está em conformidade com os requisitos e também com o intuito de levantar possíveis problemas de execução.
6. **Correção do sistema:** É esperado que após os testes surjam algumas demandas para a correção das falhas que foram identificadas, esta etapa é responsável por essas implementações, concluídas o sistema será testado novamente para averiguar se os problemas foram mitigados.

2 Fundamentação Teórica

O sistema foi concebido no intuito de englobar demandas relacionadas ao processo de pesquisa na área de visão computacional, especificamente na construção da base de dados do domínio de um problema atendendo uma gama de requisitos dessa etapa, por este motivo será apresentado conceitos relacionados ao contexto do trabalho. De acordo com (SENG et al., 2018) os conjuntos de dados são necessários para os pesquisadores realizarem progressos e avanços em visão computacional, processamento de imagens e aprendizado de máquina, visto que o desempenho dos modelos testados são evoluídos a medida em que saturaram as coleções de dados atuais buscando novos níveis de dificuldade em outros conjuntos mais complexos.

2.1 Visão Computacional

Visão computacional é aplicada em diversos problemas, pois um dos seus principais objetivos é descrever objetos físicos de imagens e para tal emprega técnicas derivadas de áreas como processamento digital de imagens, aprendizado profundo, dentre outras. De acordo com (BALLARD; BROWN, 1982) a compreensão da imagem é muito diferente do processamento, que estuda transformações das imagens para imagens e não a construção da descrição da mesma, onde as descrições são um pré-requisito para reconhecer, manipular e conhecer os objetos. Para conseguir executar tais tarefas inicialmente é necessário criar um banco de dados de imagens e em seguida uma análise é aplicada para desenvolver os algoritmos que irão resolver o problema de acordo com (UMBAUGH, 2005).

Como mencionado anteriormente, a visão computacional atua com o intuito de prover meios para o computador extrair informações de imagens digitais, de forma semelhante ao sistema visual humano que consegue extrair dados complexos através de fotossensores localizados na retina, encarregados de transformar a energia luminosa captada e convertê-las em impulsos elétricos que posteriormente serão interpretados pelo cérebro como explica (QUEIROZ; GOMES, 2006).

Existem algumas etapas que compõe o processamento de imagens digitais, inicialmente é necessário definir o domínio do problema que será a descrição dos objetivos específicos de um determinado escopo, por exemplo a identificação automática de endereços de correspondências, o domínio consiste nas correspondências e o objetivo é a identificação dos endereços por meio de imagens digitais das cartas como explica (GONZALEZ; WOODS, 2000). A Figura 1 ilustra os estágios e as iterações entre eles, de um processamento de imagens.

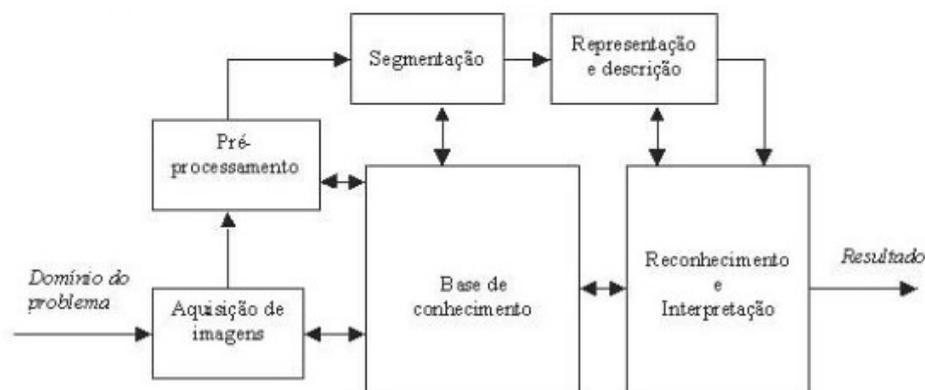


Figura 1 – Passos fundamentais em processamento de imagens digitais
(GONZALEZ; WOODS, 2000)

2.1.1 Aquisição de imagens

Nesta etapa é realizado a aquisição das imagens, que futuramente serão utilizadas para aplicar as técnicas de processamento de acordo com o domínio do problema. Para isso é necessário um sensor que converterá a informação óptica em sinais elétricos e um digitalizador responsável por transformar a imagem analógica em digital, a escolha de equipamentos como câmera, lentes, condições de iluminação e resolução das imagens dentre outros fatores é realizado nesta etapa de acordo com (FILHO; NETO, 1999).

2.1.2 Pré-Processamento

Por mais que a aquisição das imagens seja realizado em um ambiente controlado, dependendo do problema, pode ocorrer complicações por conta de uma iluminação mal feita ou algum objeto que foi registrado durante a captura que não é de interesse, por exemplo, acarretando assim em uma redução na probabilidade de sucesso do projeto. De acordo com (GONZALEZ; WOODS, 2000) para maximizar as chances é aplicado mecanismos para melhorar a imagem, tais como realce de contraste, remoção de ruídos e isolamento de regiões, todos relacionados com o domínio do problema. Um exemplo é o problema de imagens subaquáticas como trabalha (BAZEILLE et al., 2006), devido as propriedades da água como a transmissão de luz, iluminação, desfoque, dentre outros é necessário aplicar funções para reduzir as distorções ocasionadas por esses fatores.

2.1.3 Segmentação

A segmentação consiste na divisão de uma imagem com o objetivo de isolar regiões específicas na mesma, por exemplo um objeto. Uma tarefa geralmente autônoma, utilizando algum algoritmo, e uma das mais difíceis no processamento digital de imagens, o sucesso desta etapa pode implicar em maiores chances na resolução do projeto como ex-

plica (GONZALEZ; WOODS, 2010). Um exemplo de aplicação está presente no trabalho (XU et al., 1999) que empregou técnicas de segmentação para isolar lesões ocasionadas pelo câncer de pele a partir de fotos da pele humana, pois quanto mais cedo a doença for detectada maior é a chance de cura.

2.1.4 Representação e descrição

A representação e descrição quase sempre são resultados da etapa de segmentação como explica (GONZALEZ; WOODS, 2010), enquanto a representação está relacionada com a estrutura de dados utilizada para persistir suas informações as características são informações extraídas da imagem que são relevantes para a solução do problema. Uma aplicação foi o estudo (ZHANG; LU, 2004) que teve como objetivo catalogar imagens de objetos de moda de um museu da universidade de *Kent*, definindo assim como os dados seriam armazenados e quais características, por exemplo material da peça, são relevantes para descrever os objetos representados pela imagem digital.

2.1.5 Reconhecimento e interpretação

O reconhecimento é realizado atribuindo um rótulo a um objeto (por exemplo "cachorro"), baseado na informação passada ao descritor. Após a rotulação pode ter a aplicação de uma interpretação em cima de um conjunto dos mesmos, por exemplo após aplicar rótulos em uma cadeia de números pode se chegar a conclusão que esses números é um endereço postal, como explica (GONZALEZ; WOODS, 2000). O reconhecimento de uma placa de uma carro é um exemplo, pois através de uma imagem é detectado a placa e posteriormente seu conteúdo como (PARISI et al., 1998) desenvolveu técnicas para realizar essa extração.

2.1.6 Base de conhecimento

A base de conhecimento sobre o domínio do problema é constituída por informações prévias sobre as imagens a serem processadas, ela possui interação com outras etapas para orientar a operação de cada módulo do processamento, esses dados são armazenados em um banco de dados e podem representar detalhes de regiões da imagem ou estruturas mais complexas como explica (GONZALEZ; WOODS, 2010). A compreensão de imagens muitas vezes requerem identificar objetos bidimensionais ($2D$) e estabelecer um relacionamento tridimensional ($3D$) entre eles, muitos pesquisadores da década de 1980 adotaram estratégias para construir bases de conhecimento sobre os objetos que compõem uma imagem, características como forma, cor, dentre outras como explica (DRAPER; HANSON; RISEMAN, 1996).

2.2 Tecnologias Utilizadas

2.2.1 Hypertext Transfer Protocol

O *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* é um protocolo, do nível de aplicação que não possui estado, para sistemas distribuídos, colaborativos e para os que lidam com informações de hipermídia (diversos tipos de mídias, por exemplo o hipertexto que pode ser composto por palavras, imagens, sons, dentre outros), idealizado para ser utilizado pela *World Wide Web (WWW)* que são sistemas que lidam com hipermídia interligados pela rede mundial de computadores (*Internet*), como explica (FIELDING et al., 1999).

É um protocolo para requisição e resposta, onde um cliente envia requisições para um servidor com o intuito de obter alguma resposta, o servidor recebe a solicitação e retorna para o solicitante, esse processo é realizado seguindo as diretrizes definidas pelo protocolo o que inclui o cliente que deve enviar a mensagem de forma padronizada e o servidor também. As mensagens possuem informações sobre o método da requisição a versão do protocolo *HTTP*, cabeçalhos e um corpo caso necessário conforme a figura 2. A resposta que o servidor retorna possui um estado indicando se houve um erro ou sucesso no processamento e um corpo dependendo do método invocado como a figura 3 exemplifica, tudo padronizado através de *Request for Comments (RFC)* que são documentos que detalham os aspectos de um protocolo que será utilizado pela *Internet*, de acordo com (FIELDING et al., 1999).

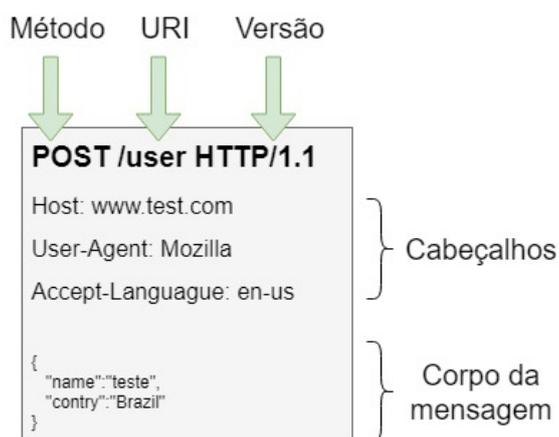
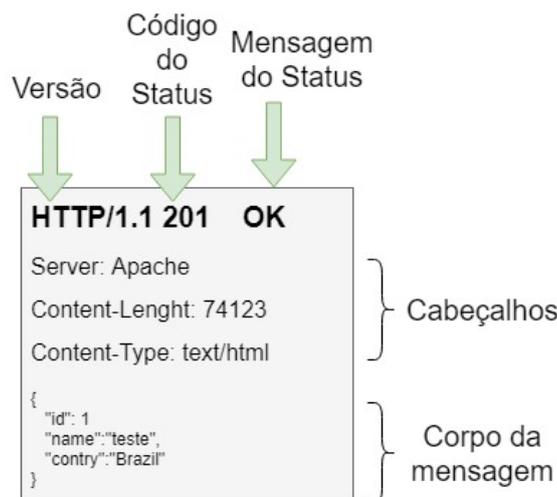


Figura 2 – Exemplo de uma requisição *HTTP*

Figura 3 – Exemplo de uma resposta *HTTP*

2.2.2 CakePHP

Para a construção do sistema foi utilizado o *framework* *cakePHP* atualmente na versão 4, mas o sistema foi concebido utilizando a 2.10.12. O *cakePHP* é baseado no *Hypertext Preprocessor* (*PHP*) que de acordo com (LERDOF; MACINTYRE, 2006) é uma linguagem desenvolvida originalmente para criar conteúdos *web* de maneira dinâmica, especificamente para o *Hypertext Markup Language* (*HTML*) onde uma das suas principais características é que seu processamento é feito do lado servidor, retornando o conteúdo pronto para o solicitante em *HTML*, além disso é possível rodar programas em *PHP* através de terminais de linha de comando, desde que o sistema operacional o tenha instalado haja visto que o mesmo é multi plataforma, além disso é possível rodar sistemas do lado do cliente por meio do *PHP-GTK* que é uma extensão da linguagem de acordo com (PHP-GTK, 2021).

O *framework* possui um conjunto de convenções para padronizar o desenvolvimento empregando a arquitetura *Model-View-Controller* (*MVC*) que visa separar a aplicação em três segmentos onde cada um assume uma responsabilidade, a primeira se refere às operações relacionadas ao domínio da aplicação (*model*) a visualização das informações fica a cargo das *views* e a interação do usuário é centralizada nos controladores (*controller*) de acordo com (KRASNER; POPE, 1988).

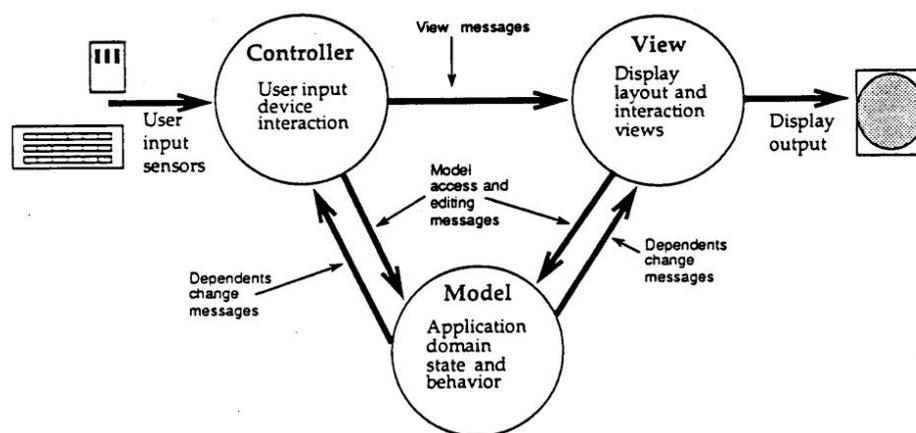


Figura 4 – Representação do padrão *Model-View-Controller*

(KRASNER; POPE, 1988)

O *cakePHP* é um *framework* utilizado para a construção de aplicações de grande escala, de forma rápida, simplificando o desenvolvimento pois já possui diversas funções e padronizações para o desenvolvimento *web* de aplicações que possuem as operações *Create, Read, Update, Delete (CRUD)* de acordo com (HUSTINAWATI; LATIFAH, 2014).

As requisições possuem um ciclo de vida composto por diversas etapas, onde o MVC padronizou esse processo, as etapas representadas na figura 5 são, de acordo com (FOUNDATION, 2021):

1. Uma requisição chega ao servidor por parte do cliente, após acessar um *link*, por exemplo `http://www.example.com/Pesquisa/listar`.
2. O roteador analisa a *Uniform Resource Locator (URL)* para extrair os parâmetros da solicitação como o controlador, métodos e caso tenha os argumentos.
3. De acordo com a *URL* é mapeado o método do controlador que será invocado, no caso do *link* do exemplo acima a função `listar` do controlador *PesquisaController* será disparada.
4. O controlador usa a camada de modelo para recuperar os dados necessários, no caso as pesquisas salvas no banco de dados. Os controladores exigem inicialmente pelo menos um modelo.
5. A camada de modelo retorna os dados solicitados.
6. O controlador pode utilizar componentes caso deseje, para realizar operações relacionadas a sessão do cliente, por exemplo.
7. Após o controlador executar todo o seu fluxo ele invoca a camada de visualização repassando os dados recuperados e a *interface* é renderizada.

8. Funções adicionais podem ser executadas após a renderização das *interfaces* e posteriormente são enviadas ao solicitante para serem apresentadas.

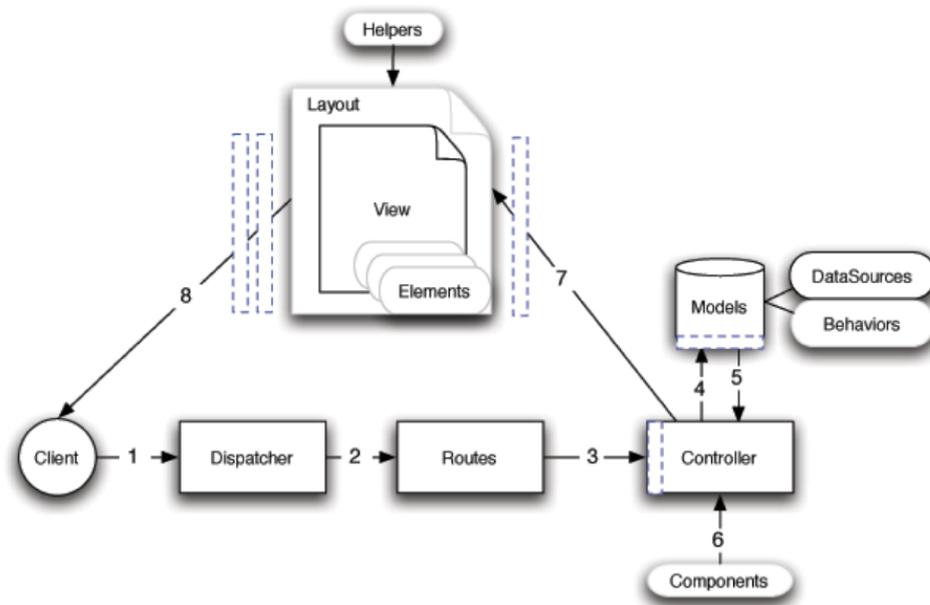


Figura 5 – Ciclo de vida de uma requisição no *cakePHP*
(FOUNDATION, 2021)

2.2.3 PostgreSQL

Juntamente com o *cakePHP* foi utilizado um banco de dados relacional, responsável por armazenar as informações e fornecer mecanismos para suas recuperações, foi escolhido o PostgreSQL pois é um banco de dados com código fonte aberto e livre para o uso de quem deseja. O *PostgreSQL* utiliza a linguagem *Standard Query Language (SQL)* para fornecer as operações disponíveis para a manipulação dos dados e possui diversos métodos de otimização para trabalhar com grandes volumes de informações de forma rápida e eficiente. Implementa diversas tratativas para garantir a integridade dos dados e um bom desempenho na execução de suas operações incorporando mecanismos de segurança para o acesso aos dados e meios para manter a confiabilidade do banco, sendo capaz de replicar os dados para criar pontos de restauração para caso ocorra um erro, largamente utilizado para a construção de programas com os mais diversificados objetivos.

O *PostgreSQL* é um gerenciador de banco de dados relacional que foi derivado do pacote *POSTGRES* construído na Universidade da Califórnia em Berkeley e oferece muitos recursos como consultas, persistência de dados, dentre outros. Devido ao fato de ser código fonte aberto ele é bastante utilizado no meio acadêmico e comercial. Suporta diversos tipos de dados como números inteiros, *booleanos*, datas, *string*, etc. Suporta transações, que é uma sequência de comandos executados pelo banco de dados, garantido a

atomicidade pois assegura que todas as operações sejam totalmente executadas e que serão consistentes, em caso de falha o processo é revertido, assegurando também o isolamento das operações pois transações paralelas não afetam a execução de outras e disponibiliza sempre os dados quando requeridos mantendo sua durabilidade na base, ficando assim de acordo com os seguintes critérios *Atomicity, Consistency, Isolation, Durability (ACID)*, representado na figura 6, como explica (POSTGRESQL, 2021).

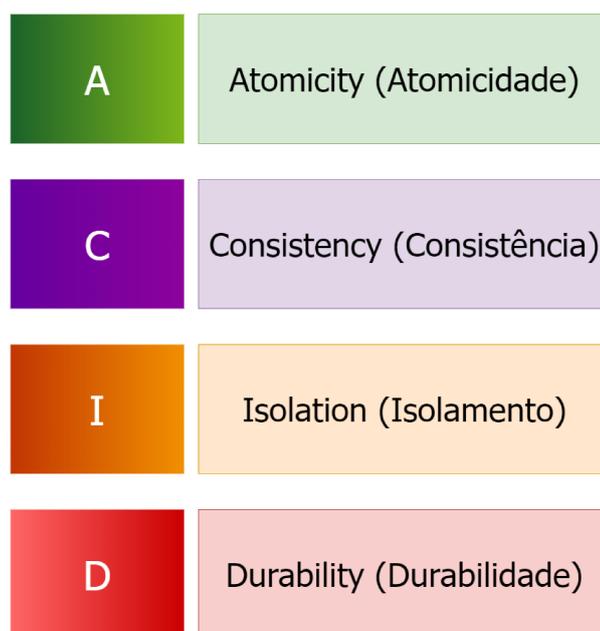


Figura 6 – ACID

3 Trabalhos Correlatos

O presente trabalho visa o desenvolvimento de um sistema capaz de prover e sistematizar a construção de base de conhecimento para a área de visão computacional. Uma vez que a grande maioria dos trabalhos nesse segmento demandam uma base de conhecimento para treinamento e/ou validação dos resultados almejados, nesta seção, como apresentação de trabalhos correlatos, serão descritos trabalhos que precisaram criar um conjunto de dados para uma área em específico e, que demandaram uma etapa de classificação por parte dos envolvidos, além de projetos que envolveram a criação de uma plataforma voltada para pesquisas nessa área.

O trabalho (YAO et al., 2020) foi desenvolvido com o intuito de criar um classificador para identificar o sexo de um frango a partir de uma imagem, para ser utilizado por produtores para que consigam estimar o valor econômico de seu rebanho, para isso foi coletado um conjunto de imagens utilizando uma câmera e um pré-processamento foi aplicado para segmentar e construir uma base com apenas imagens contendo um frango. Para realizar a validação e teste do modelo proposto foi construído uma coleção de informações a partir do conjunto original, escolhendo uma proporção de imagens para tal finalidade, para realizar essa tarefa foi utilizado apenas uma separação lógica por meio de pastas e disponibilizadas no *Google Drive*.

O projeto (CERQUEIRA et al., 2021) foi concebido com o objetivo de disponibilizar uma plataforma *web* para que um patologista consiga submeter uma imagem de lesões originadas de biópsias renais, onde o sistema disponibiliza classificadores que irão processar a imagem cadastrada para retornar qual é o tipo de lesão presente na biópsia, atualmente identifica apenas dois tipos, a hiperplasia e esclerose, mas futuramente modelos podem ser adicionados na plataforma. O serviço *web* que o projeto desenvolveu foi relacionado a classificação dos dados de fato, onde modelos já pré-prontos apenas processam os dados e retornam os resultados, se limitando na área de problemas renais e não englobando a etapa da criação do conjunto de dados para a base de conhecimento utilizada pelos classificadores em suas fases de teste e validação, se diferenciando assim do corrente trabalho que foca no auxílio na execução de projetos da área de visão computacional, independentemente do domínio da pesquisa.

Foi construído uma aplicação para disponibilizar uma anotação de imagens de forma fluida como explica (ANDRILUKA; UIJLINGS; FERRARI, 2018), o objetivo é fornecer uma interface gráfica que disponibiliza ferramentas para uma pessoa conseguir segmentar uma imagem em regiões, onde cada região pode ser enquadrada em um rótulo, porém a aplicação não é disponibilizada via *internet* pois é necessário ter um ambiente

para instalar a plataforma e o foco dela é na segmentação de uma imagem e não em sua classificação de maneira geral.

A ferramenta *ByLabel* provê funções para segmentar imagens através de uma *interface*, mas seu foco é em selecionar as bordas de uma imagem identificando os limites de um determinado objeto como explica (QIN et al., 2018), é uma aplicação para o sistema operacional *ubuntu*. Além de proporcionar a funcionalidade de delimitar a borda dos objetos existe um auxílio por parte do programa para realizar esse processo.

O programa *BRIMA* é uma extensão para navegadores que oferece algumas funcionalidades para a criação de bancos de dados, seu principal foco é em rotular objetos presentes nas imagens, pelo fato de rodar em um navegador é possível utilizá-lo facilmente em mais de um sistema operacional. Tem a premissa de oferecer uma interação fácil para o usuário, sendo possível configurar atalhos para executar as funções de uma maneira mais direta e conveniente, como explica (LAHTINEN; TURTIAINEN; COSTIN, 2021).

Um sistema bastante consolidado no meio é o *LabelMe*, desenvolvido por pesquisadores com o intuito de proporcionar uma ferramenta para auxiliar na criação de bases de dados de imagens, foca em prover mecanismos para segmentar e rotular um objeto presente em uma imagem, bastante flexível e é disponibilizado via *web*, ou seja, basta apenas um navegador para começar a utilizar os recursos da plataforma de acordo com (RUSSELL et al., 2008), por isso é um dos mais relevante, pois além de fornecer esse conjunto de funções disponibiliza, caso o pesquisador assim deseje, suas bases para que outras pessoas consigam ter acesso e utilizá-las em outras pesquisas.

Todos os trabalhos levantados têm em comum o fato de abordar o processo de uma pesquisa relacionada à computação visual, o projeto que implementou de fato um classificador se utilizou de ferramentas não especializadas para o domínio para disponibilizar o conjunto de dados envolvido. Uma plataforma foi criada com a finalidade de suprir a necessidade de patologistas no quesito de identificar doenças em biópsias renais, não envolvendo o aspecto de construção de uma base de conhecimento de fato. O restante dos trabalhos tem em semelhança o fato de serem direcionados para a segmentação de objetos presentes em imagens. Se diferenciando do vigente trabalho que, principalmente, possibilita a construção de conjuntos de dados de forma colaborativa realizada por mais de um especialista cadastrado em um pesquisa, que pode ser relacionada a qualquer assunto, para reduzir os erros causados pelo fator humano, visto que a base é de grande importância para o sucesso do projeto, além de que a plataforma fornece meios para rotular a imagem de uma maneira geral não especificamente de um objeto.

4 Materiais e Métodos

Como o presente trabalho abordou a criação de uma aplicação, inicialmente será apresentado suas documentações técnicas acerca de sua estrutura e em seguida será descrito o processo de desenvolvimento envolvido, especificando o objetivo de cada tópico.

4.1 Diagramas de Casos de Usos

Foi utilizado o diagrama de casos de usos para representar as funcionalidades levantadas do sistema, de acordo com os requisitos necessários para o gerenciamento e construção de uma base de conhecimento. As pessoas ou atores do sistema, são representados no diagrama pelo símbolo apresentado na figura 7, todos envolvidos no contexto da aplicação são representados por atores e estão presentes no diagrama. O diagrama de caso de uso é uma abstração das repostas do sistema para iterações externas, concentrando apenas nas funções que são visuais, ou seja, nas interfaces do programa como explica (SWAIN; MOHAPATRA; MALL, 2010), as funcionalidades representadas possuem uma sequência lógica onde «*extend*» indica que sua execução é opcional e «*include*» é obrigatória.

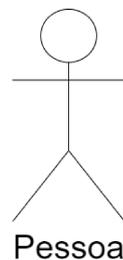


Figura 7 – Ator de um diagrama de casos de uso

O sistema é encarregado de suprir todas as necessidades dos atores provendo as funcionalidades necessárias para que consigam executar uma tarefa, a funcionalidade é representada pelo caso de uso como exemplifica a imagem 8, a relação entre qual ator demanda um caso de uso é feita através de uma linha que interliga os dois.



Figura 8 – Exemplo de caso de uso do sistema

4.1.1 Usuário

Como o sistema vai lidar com vários tipos de atores, o ator usuário (apresentado na imagem 9) é o perfil em que todos os usuários se encaixam, ou seja, são as funcionalidades compartilhadas entre todos os atores que representam um tipo de usuário. São elas:

- **Cadastrar no sistema:** Uma pessoa deverá se cadastrar no sistema passando seus dados, a senha inicial (gerada aleatoriamente) será enviada para seu *e-mail* e deverá ser mudada em seu primeiro acesso.
- **Acessar o sistema:** Um usuário deverá acessar o sistema com os números de seu *CPF* e senha.
- **Alterar senha:** Um usuário caso deseje poderá alterar sua senha, estando logado na aplicação, informando sua nova senha e confirmando-a.
- **Recuperar senha:** O usuário, que não lembrar a senha poderá recuperar seu acesso através de um link, para redefinição de sua senha, que será enviado por *e-mail*.
- **Alterar dados pessoais:** O usuário que desejar conseguirá alterar qualquer dado pessoal de sua posse, quando se encontrar logado no sistema.
- **Doar imagem para pesquisa:** Um usuário cadastrado poderá doar imagens para qualquer pesquisa que habilite a possibilidade de doação durante um intervalo de tempo estabelecido.
- **Validar o acesso:** O acesso do usuário será validado com *CPF* e senha pessoal, verificando se as informações passadas são iguais as persistidas no banco de dados.

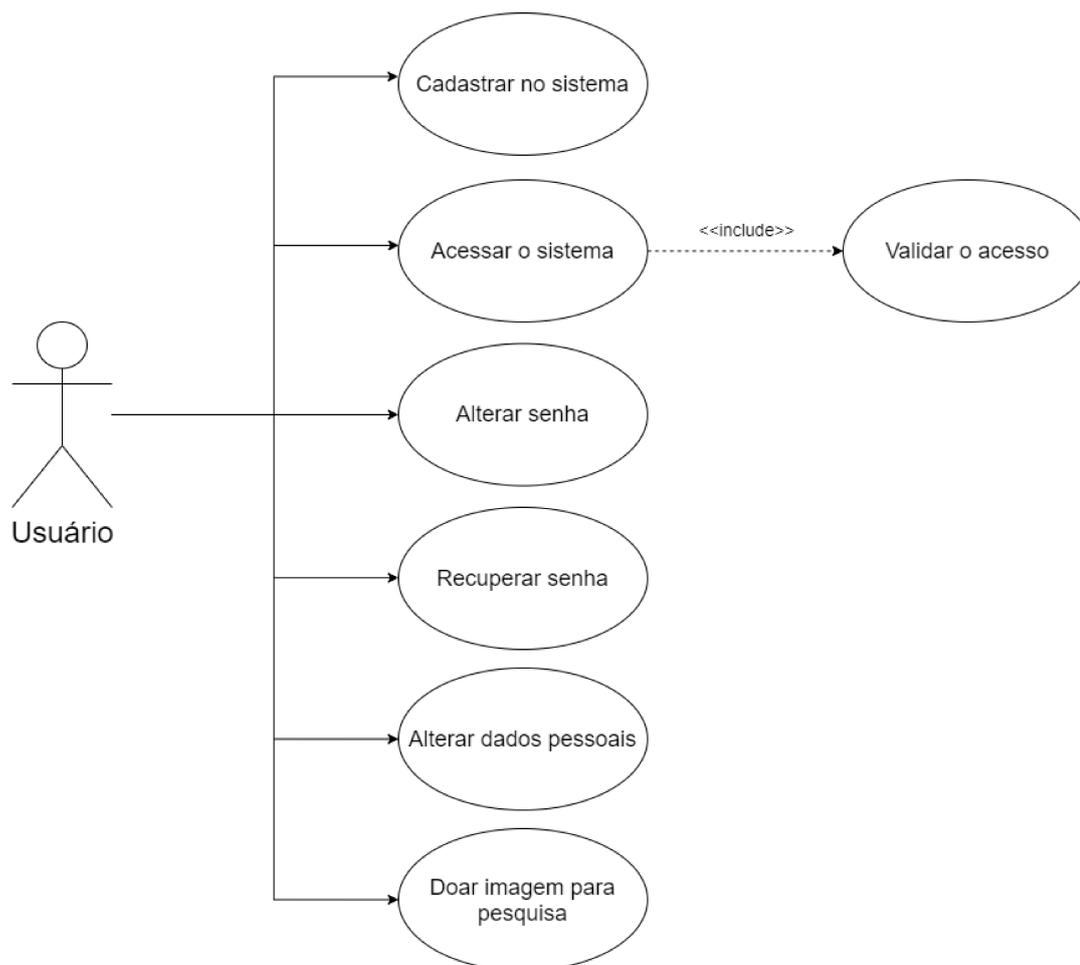


Figura 9 – Funcionalidades de um usuário

4.1.2 Especialista

Um especialista, representado na figura 10, é uma pessoa especializada em determinada área que é capaz de classificar as imagens (cadastradas em uma determinada pesquisa no contexto da especialidade) de acordo com um conjunto de classes, ele é responsável por gerar um conhecimento acerca das imagens que consiste na identificação das mesmas em uma classe específica. As funcionalidades atribuídas a este tipo de ator são:

- **Listar pesquisas:** Um especialista poderá listar as pesquisas em que se encontra cadastrado.
- **Classificar imagens:** O especialista após selecionar uma pesquisa deverá classificar as imagens cadastradas na base.

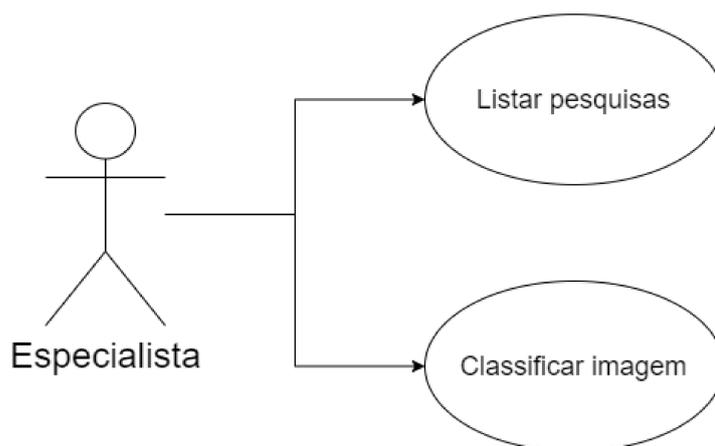


Figura 10 – Funcionalidades de um especialista

4.1.3 Pesquisador

O pesquisador, representado na figura 11, é uma pessoa que deseja desenvolver um projeto em uma determinada área e é responsável pela sua execução, capaz de gerenciar quantas pesquisas que pretende operar. As funcionalidades disponibilizadas a um ator do tipo pesquisador são:

- **Cadastrar imagens:** Um pesquisador poderá cadastrar imagens em uma pesquisa previamente criada.
- **Ajustar imagem:** Após uma imagem ser inserida ela deverá ser ajustada por um pesquisador.
- **Validar imagem:** Para considerar que uma imagem é válida um pesquisador deverá confirmar que ela se encontra apta a ser classificada por um especialista.
- **Cortar imagem:** No processo de ajuste de uma imagem um pesquisador terá a possibilidade de cortar a imagem ao seu gosto, limitando o corte em um quadrado (altura e largura com dimensões iguais).
- **Rotacionar imagem:** O pesquisador poderá rotacionar a imagem para adequá-la em determinada orientação, no qual deseja.
- **Listar imagens:** O pesquisador deverá listar as imagens para selecionar quais deseja ajustar.
- **Cadastrar pesquisa:** O pesquisador precisa cadastrar uma pesquisa, identificada por um nome que é inserido em seu cadastro.
- **Adicionar pesquisador na pesquisa:** Após uma pesquisa ser cadastrada um pesquisador poderá adicionar outros pesquisadores que participarão do projeto.

- **Remover pesquisador da pesquisa:** Case seja necessário o pesquisador responsável por uma pesquisa poderá remover um pesquisador colaborador do projeto.
- **Adicionar especialista na pesquisa:** O pesquisador poderá adicionar especialistas em uma pesquisa, responsáveis por classificá-las.
- **Remover especialista da pesquisa:** O pesquisador poderá remover especialistas da pesquisa.
- **Buscar especialista por nome:** Para adicionar um especialista em uma pesquisa é possível aplicar um filtro pelo seu nome para restringir os especialistas listados.
- **Notificar especialista para classificar imagens:** Caso o pesquisador deseje notificar os especialistas que novas imagens estão disponíveis para serem classificadas, será disparado mensagens por *e-mail* para o corpo integrante de especialistas.

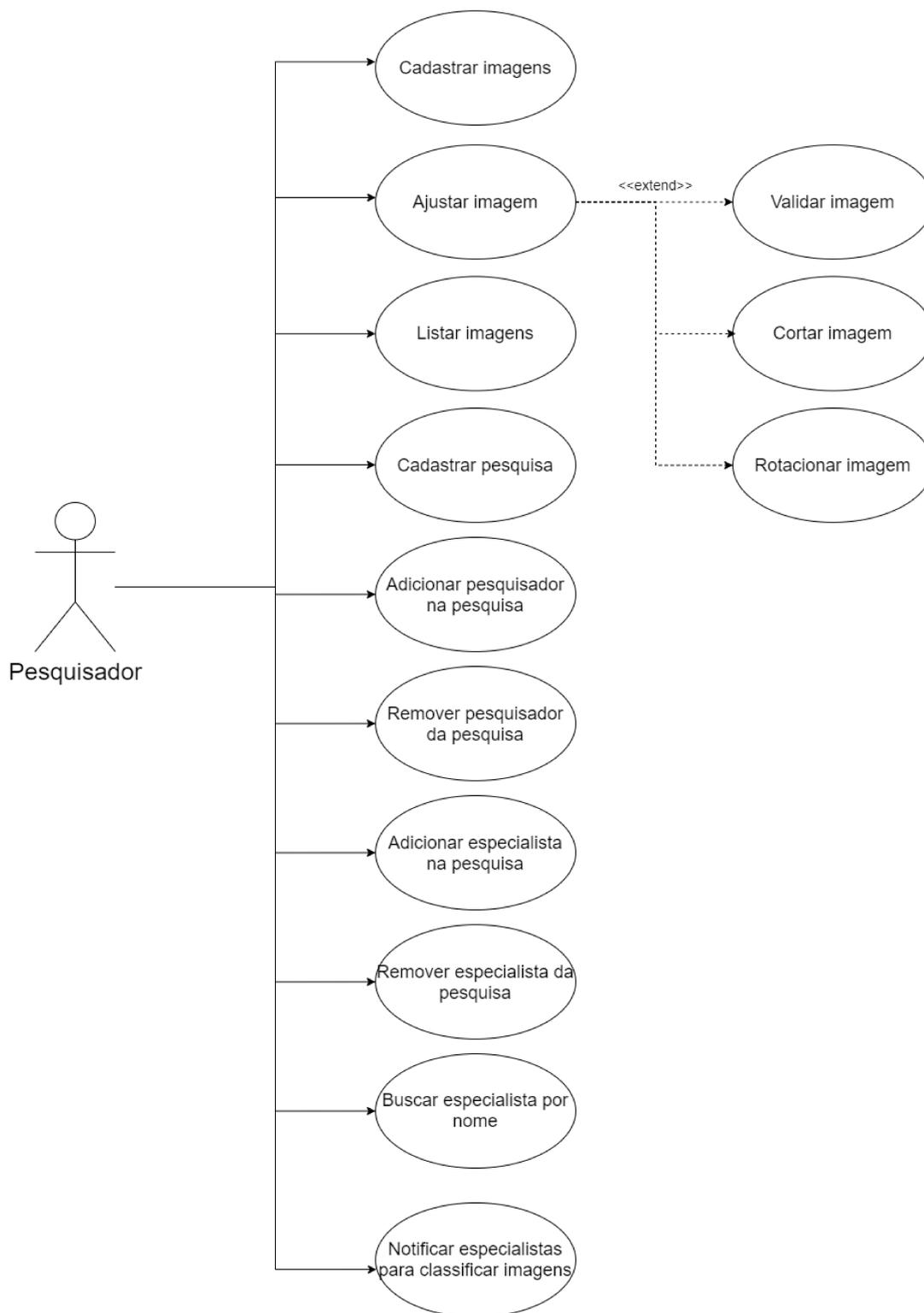


Figura 11 – Funcionalidades de um pesquisador

4.1.4 Administrador

O administrador é usuário com privilégios em relação ao uso do sistema, pois ele é responsável por controlar os acessos e delegar permissões para cada usuário, por exemplo

colocar um usuário cadastrado no sistema como um pesquisador para o mesmo conseguir realizar todas as operações desse perfil, como representa a figura 12, suas funcionalidades são:

- **Desativar usuário:** Caso deseje, um administrador poderá retirar o acesso de um usuário do sistema.
- **Pesquisar usuário por nome:** O administrador pode filtrar os usuários listados pesquisando por um nome.
- **Resetar a senha de um usuário:** Caso um usuário esqueça sua senha, o administrador poderá resetar a senha do mesmo, onde uma nova senha será gerada e enviada por *e-mail*.
- **Alterar o *e-mail* de um usuário:** Se um usuário se cadastrar com um *e-mail* incorreto, o administrador conseguirá alterar caso seja solicitado.

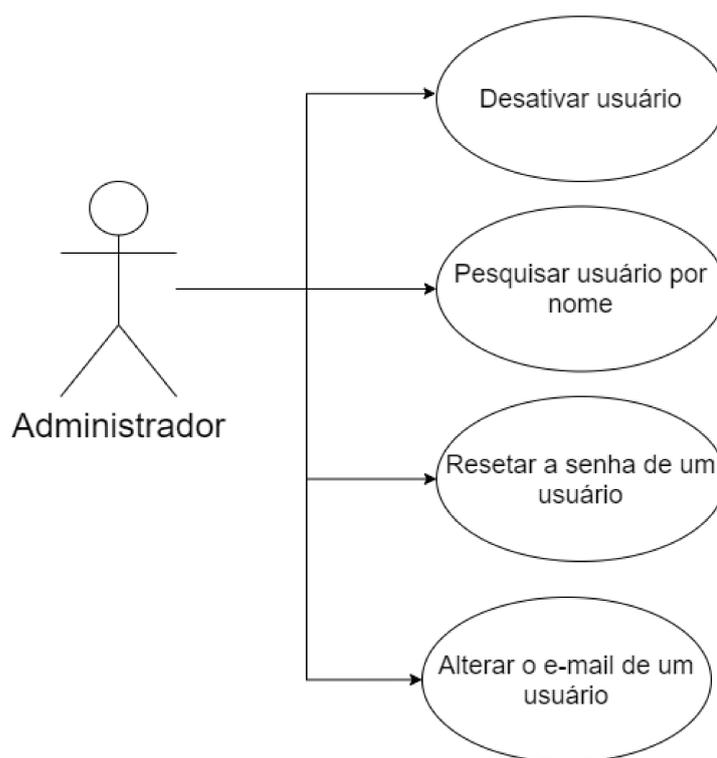


Figura 12 – Funcionalidades de um administrador

4.1.5 Relação entre os Atores

Algumas funções são compartilhadas por mais de um perfil de usuário do sistema, para realizar essa modelagem no diagrama é criada uma hierarquia onde todos os atores que herdam funcionalidades de outros possuem uma ligação por meio de uma linha como

representado na figura 13. Nota-se que todos os atores existentes herdam do ator usuário suas funcionalidades, conforme detalhado na seção 4.1.1.

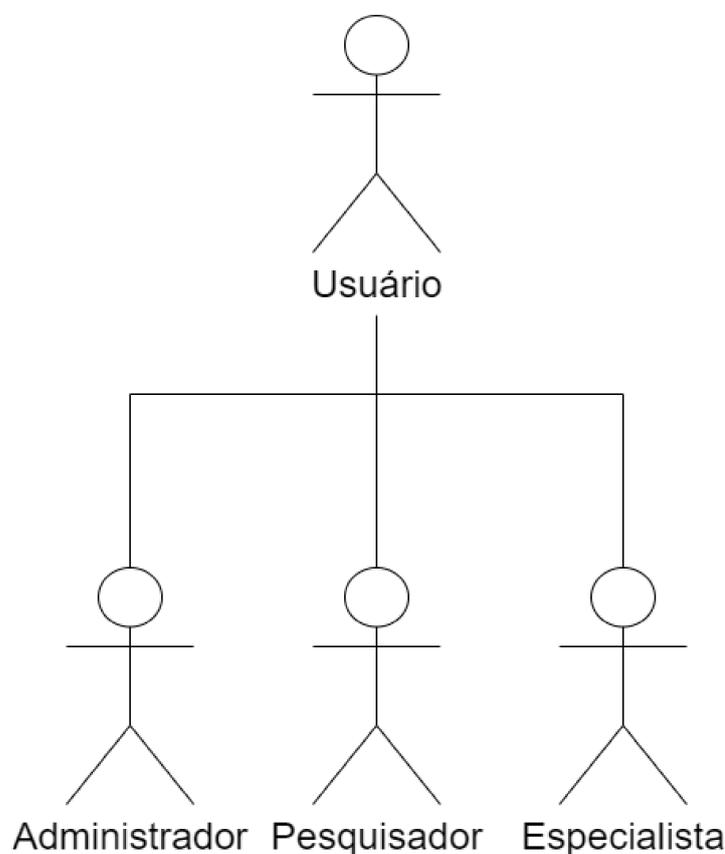


Figura 13 – Relacionamento entre os atores

4.2 Diagrama Entidade Relacionamento

Como o sistema vai precisar armazenar as informações necessárias para seu funcionamento, além de empregar controles como login e senha, um banco de dados relacional será responsável por todo esse controle de informações. Para a implementação deste modelo relacional optou-se pelo *PostgreSQL*, sua estrutura foi baseada em todos os diagramas modelados e representada em um diagrama entidade relacionamento (*DER*) como apresenta a figura 14.

O diagrama entidade relacionamento é um modelo conceitual na engenharia de software, utilizado para representar todas as entidades no domínio de negócios de uma aplicação, incluindo seus atributos e o relacionamento entre elas, resultando assim na representação do banco de dados do sistema como explica (FRANCK; PEREIRA; FILHO, 2021).

Foi empregado uma padronização para a construção do diagrama (figura 14) onde o nome do campo possui um prefixo concatenado com o nome do campo onde um *underline*

separa as duas palavras. Os prefixos utilizados foram:

- **tb:** Um prefixo presente no nome de todas as tabelas.
- **nm:** Representa um nome, um campo do tipo *string*.
- **fl:** Uma *flag* que é um atributo do tipo *booleano*.
- **sg:** São siglas, do tipo *string*.
- **dt:** Significa que é um campo do tipo *data*.

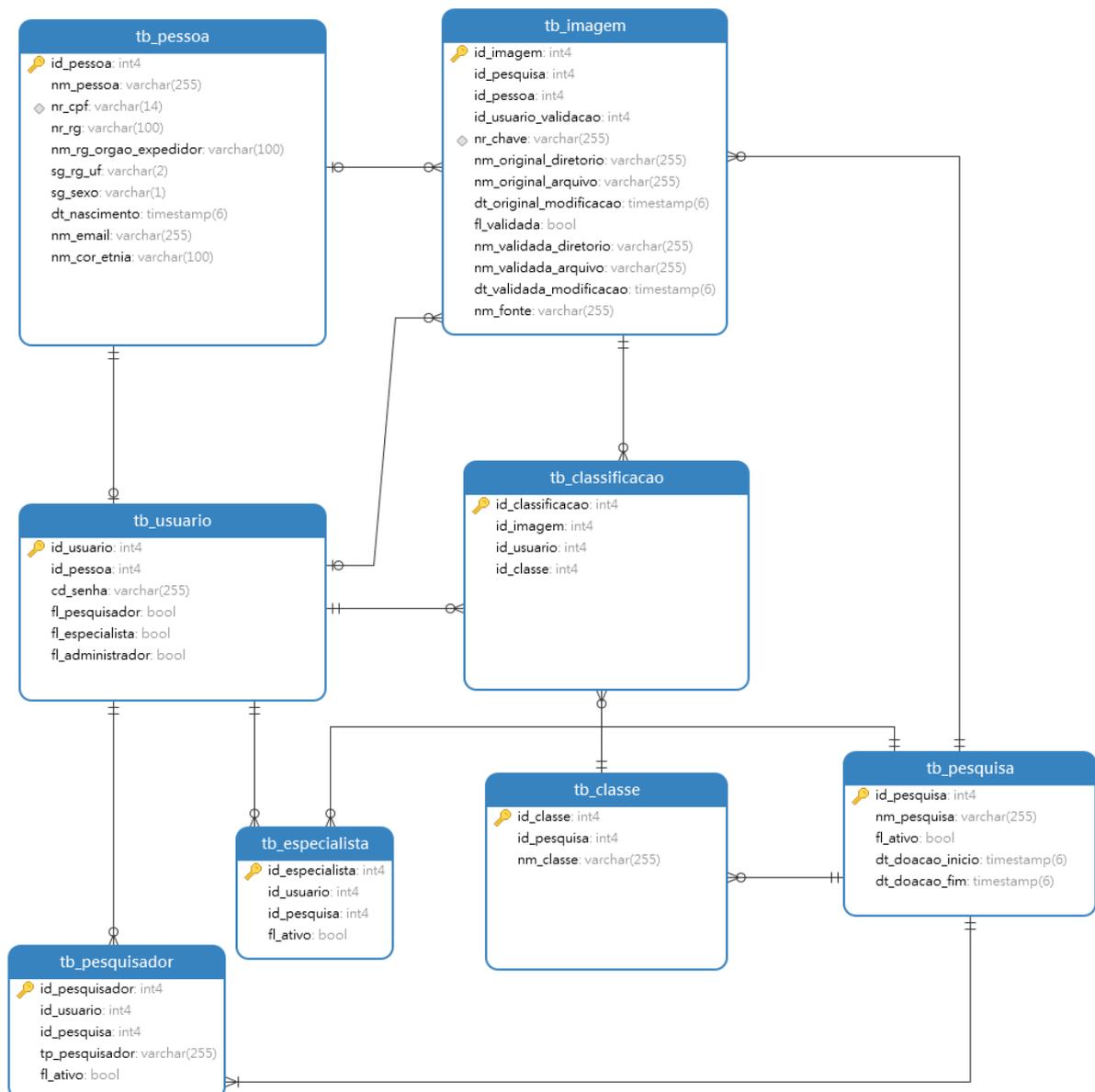


Figura 14 – Diagrama entidade relacionamento

4.3 Diagrama de Classes

O diagrama representado na figura 15 apresenta as classes, que o compõem o sistema, juntamente com suas funções e atributos. Além disso possui os relacionamentos entre as classes, representado por um linha que interliga os envolvidos, e uma cardinalidade, ou seja, a quantidade de objetos que interagem entre si presentes na extremidade do relacionamento entre as classes.

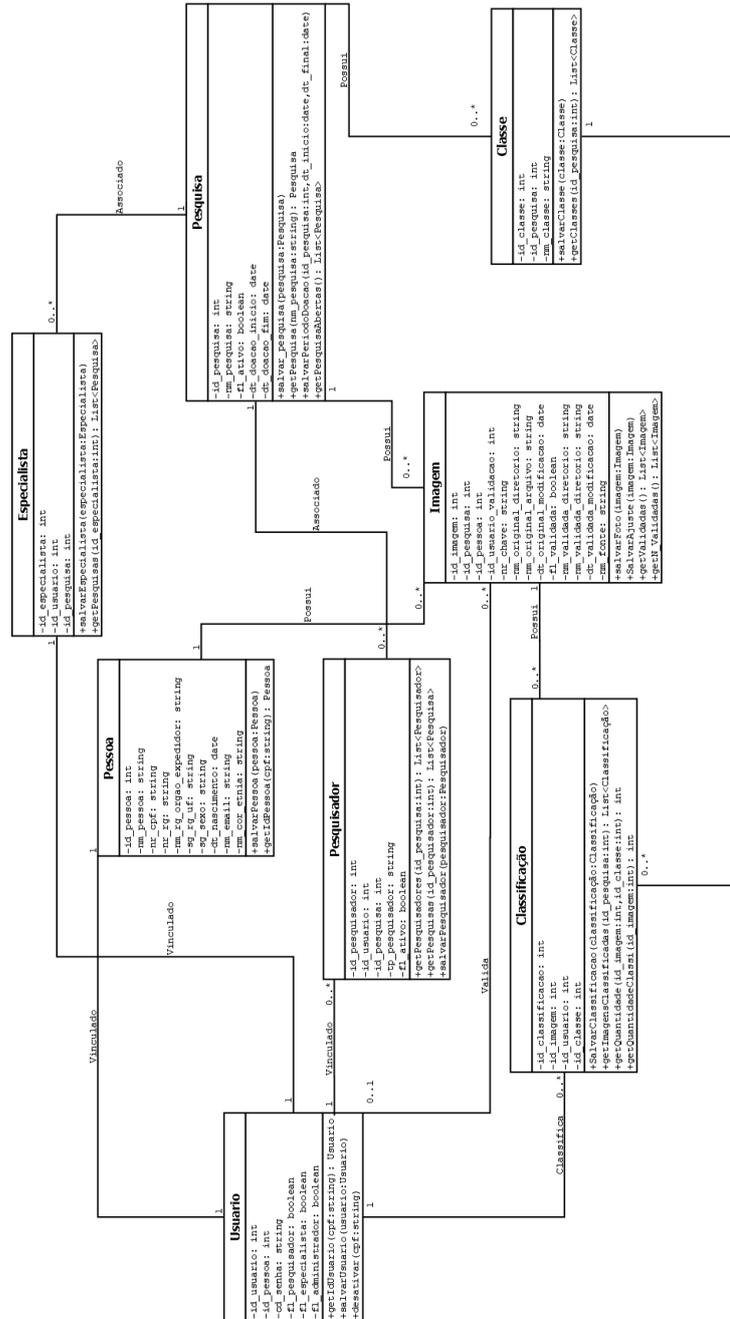


Figura 15 – Diagrama de classes

4.4 Processo de Desenvolvimento

Foi utilizado o modelo iterativo de desenvolvimento, pois o modelo prevê um processo progressivo de entrega das funcionalidades até que o sistema seja entregue por completo no final de todos os ciclos, de acordo com (LARMAN; BASILI, 2003), sendo possível sempre refazer alguma etapa caso necessário. Como exemplo é possível citar: caso uma falha seja detectada o correto é voltar para a etapa de implementação e corrigi-la ou na próxima iteração do processo, ou seja as funcionalidades são entregues dentro de um escopo definido e logo após é feito uma validação para verificação de sua conformidade, a iteração seguinte pode ser tanto para correção quanto para outra funcionalidade prevista, além disso pode ser necessário uma reavaliação do planejamento com relação aos requisitos, prazo de entrega, entre outros. Tal processo está representado na figura 16.

A etapa de planejamento seria o levantamento de todos os requisitos do sistema, realização de pesquisas relacionadas ao contexto do problema da aplicação, aplicação de questionários com os futuros usuários, entre outros. Após esse levantamento foi realizado uma separação das funcionalidades para distribuir suas implementações nas iterações do processo, de acordo com sua prioridade.

O processo de requisitos é feito através das documentações geradas no processo anterior, que por meio dos insumos adquiridos é criado a documentação de maneira técnica para realizar a implementação de forma eficaz e respeitando a demanda, nesta etapa fica definido as funcionalidades que serão entregues no final da iteração de acordo com o planejamento realizado.

A implementação é feita pelo desenvolvedor responsável, seguindo os documentos técnicos construídos anteriormente, levando em consideração o objetivo final da iteração em execução, após a conclusão da codificação é realizado os testes para averiguação da conformidade da funcionalidade criada, caso ela esteja correta a mesma é implantada no ambiente que executa a versão utilizada pelos os usuários do projeto.

Na figura 16 é representado o processo de maneira macro, mas não significa que as etapas devem seguir rigorosamente essa sequência, foi necessário em algumas iterações após a realização dos testes, retroceder para a etapa de implementação pela não conformidade ou por causa de problemas encontrados, sendo assim teve iterações com diferentes sequências de processos executadas.

Iteração N

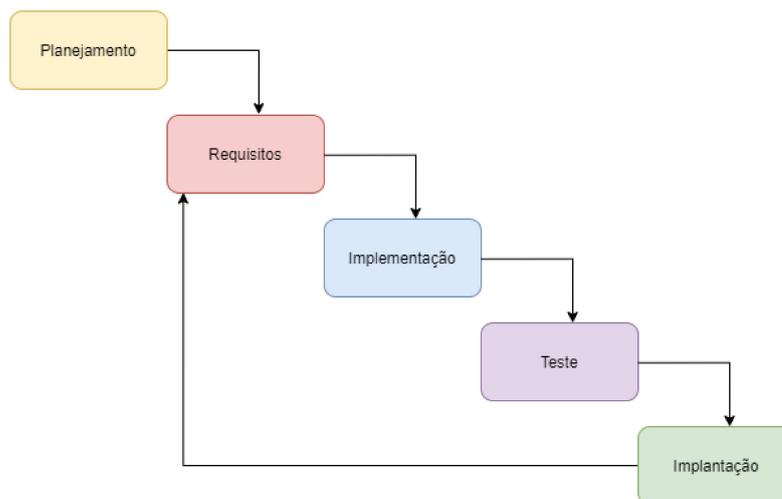


Figura 16 – Processo de desenvolvimento

5 Resultados e Discussões

A corrente seção apresenta o resultado da implementação das funcionalidades levantadas e apresentadas no capítulo 4, destacando os principais fluxos do sistema e o detalhamento dos processos envolvidos.

5.1 Criando o conjunto de dados

A figura 17 apresenta as etapas envolvidas para criar um conjunto de dados por meio da plataforma.

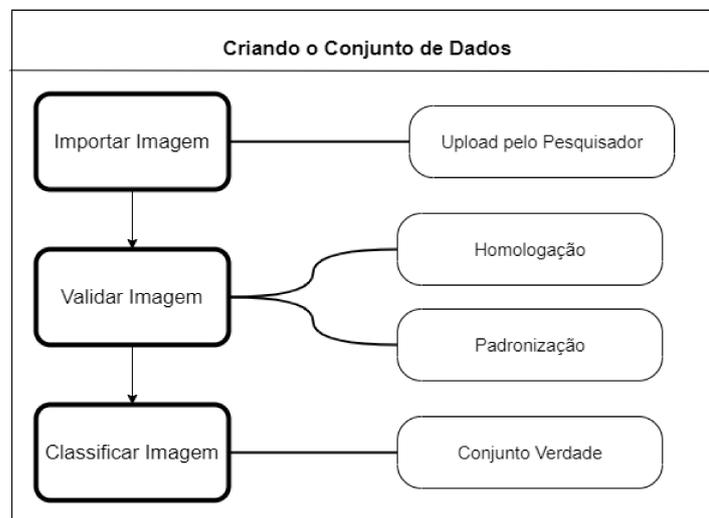


Figura 17 – Etapas para criar um conjunto de dados

1. **Importar Imagem:** O Pesquisador realiza o *upload* das imagens através da apresentação de um formulário (veja a figura 18) com a seleção de até 50 arquivos simultâneos nos formatos *JPEG* ou *PNG* e uma descrição da fonte das imagens, ou através de um arquivo compactado contendo diversas imagens. Depois de enviar o formulário, os dados são salvos no repositório do sistema e as informações sobre a imagem no banco de dados. A criação de um novo conjunto de dados acontece nesta submissão inicial. Adições subsequentes de imagens podem ser realizadas para compor um conjunto de dados existente. O usuário pode optar por adicionar todas as imagens e prosseguir para a validação futuramente, ou fazer isso de forma intercambiável.

Importar Imagens

Selecione as Imagens que serão importadas para o sistema

Fonte de Origem da Imagem:

Informe a origem da imagem

Escolher arquivos Nenhum arquivo selecionado

.jpeg .jpg / máximo de arquivos:50

Figura 18 – Formulário para cadastrar imagens

- Validar Imagem:** As imagens registradas no portal precisam ser validadas pelo pesquisador para que o catálogo tenha apenas imagens adequadas para classificação. Portanto, no processo de validação de imagens, o pesquisador consegue aplicar operações como enquadramento, ampliação, redução, rotação e inversão, como mostrado na figura 19. Após o ajuste, o pesquisador homologa a nova imagem, e o sistema cria um novo arquivo redimensionado de 800 por 800 *pixels*, visando padronizar todas as imagens do catálogo para o mesmo formato e tamanho. O pesquisador também tem a opção de remover a imagem e descartá-la do conjunto de dados, para que imagens de baixa qualidade ou algum outro tipo de problema não sejam classificadas ou utilizadas na pesquisa. A maioria das imagens podem ser processadas em um único clique. A ferramenta permite uma boa manipulação, a fim de permitir o processamento de imagens não validadas. Foi experimentado que, ao lidar com fotos tiradas por humanos, não há um padrão lógico para elas. Portanto, o pré-processamento é um requisito.

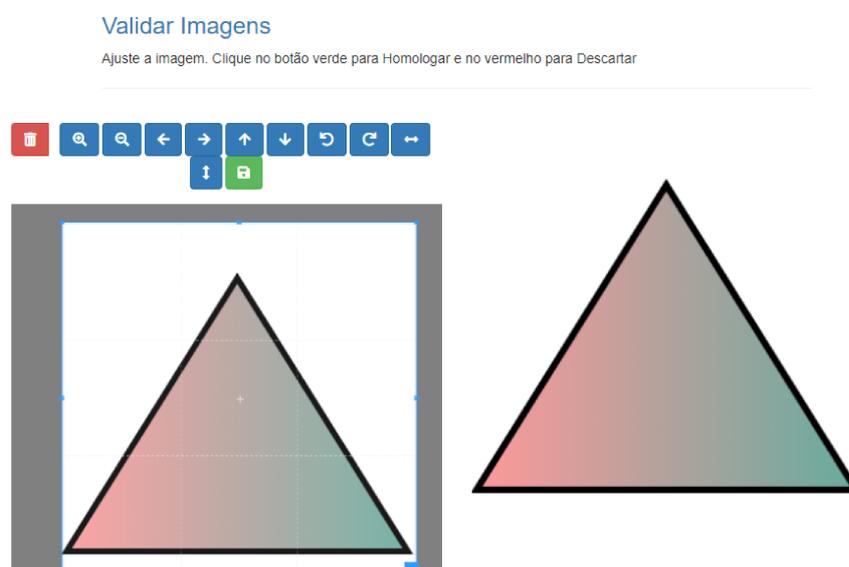


Figura 19 – Validação de uma imagem cadastrada

3. **Classificar Imagem:** Ao acessar o portal, cada especialista cadastrado na pesquisa realiza a classificação das imagens (veja a figura 20) validadas no conjunto de dados, de acordo com sua própria observação. O pesquisador pode registrar quantos especialistas forem necessários. Cada especialista decide qual a classe da imagem com um único clique, a opção escolhida é salva no banco de dados e uma nova imagem é exibida. Com isso o sistema seleciona a imagem com um empate no número de votos entre as classes, caso não exista nenhuma neste estado, a que possui a menor quantidade de classificações, de modo que uma quantidade maior de imagens são classificadas, fazendo uma melhor distribuição de imagens analisadas, visto que as com menos classificações têm prioridade sobre as outras. A usabilidade do sistema durante a classificação de imagem foi projetada para facilitar o processo, tanto quanto possível, visando um voto agradável, de certa forma que maximiza o uso do tempo disponível pelo especialista para classificar uma quantidade mais significativa de imagens.

Classificar

Observe a imagem e classifique selecionando em uma opção abaixo. Uma próxima imagem será apresentada quando a imagem for classificada.

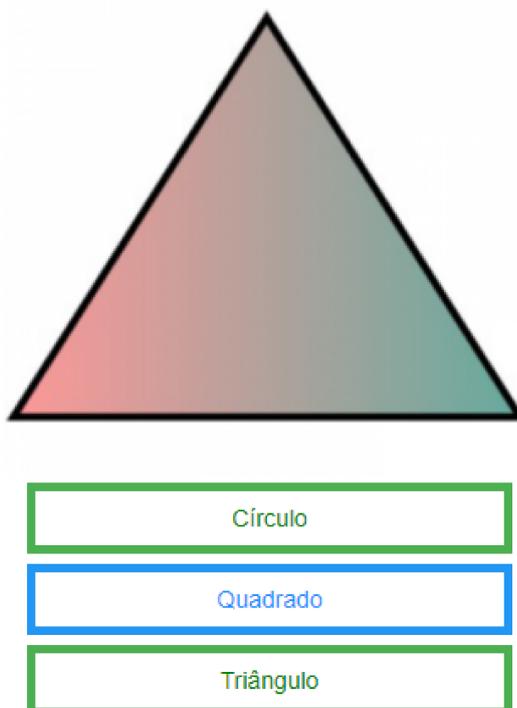


Figura 20 – Classificação de uma imagem validada

A figura 20 apresenta o formulário para classificação da imagem pelo especialista. Como o portal é um sistema *web*, disponível via *internet*, o especialista pode realizar a classificação das imagens em qualquer lugar com acesso à *internet*. A página é responsiva para uso em computadores ou dispositivos móveis. O sistema de classificação foi projetado para permitir uma fácil e rápida classificação. Para alcançar isso, um módulo foi implementado com os seguintes recursos:

- Os especialistas podem entrar no sistema a qualquer momento e em qualquer lugar com uma conexão com a *internet* e com um navegador *web*.
- O módulo de classificação seleciona uma imagem do conjunto de dados e apresenta ao usuário para uma classificação em um clique.
- Não há necessidade de uma interação do especialista para salvar sua classificação, o sistema registra suas escolhas automaticamente.
- No caso de uma escolha incorreta durante a classificação, um botão desfazer é apresentado para retornar à imagem anterior.

O módulo para a tarefa de classificação pode escolher inteligentemente as imagens com nenhuma ou uma menor quantidade de classificações fornecidas por especialistas a fim de fornecer um número de classificações distintas uniformemente distribuídas, além de buscar primeiramente as imagens com a quantidade de classificações empatadas (mesmo número de classificações entre as classes). O resultado das classificações será de acordo com a proporção predominante dentre as classes votadas pelos especialistas. O pesquisador consegue detalhar as classificações que uma imagem recebeu, clicando nela, conforme a figura 22 apresenta, além de conseguir identificar os especialistas responsáveis pelo voto, clicando na quantidade de pareceres no detalhamento das classificações como apresenta a figura 23.

Imagens Classificadas

Selecione a classe para apresentar as imagens referentes a ela.

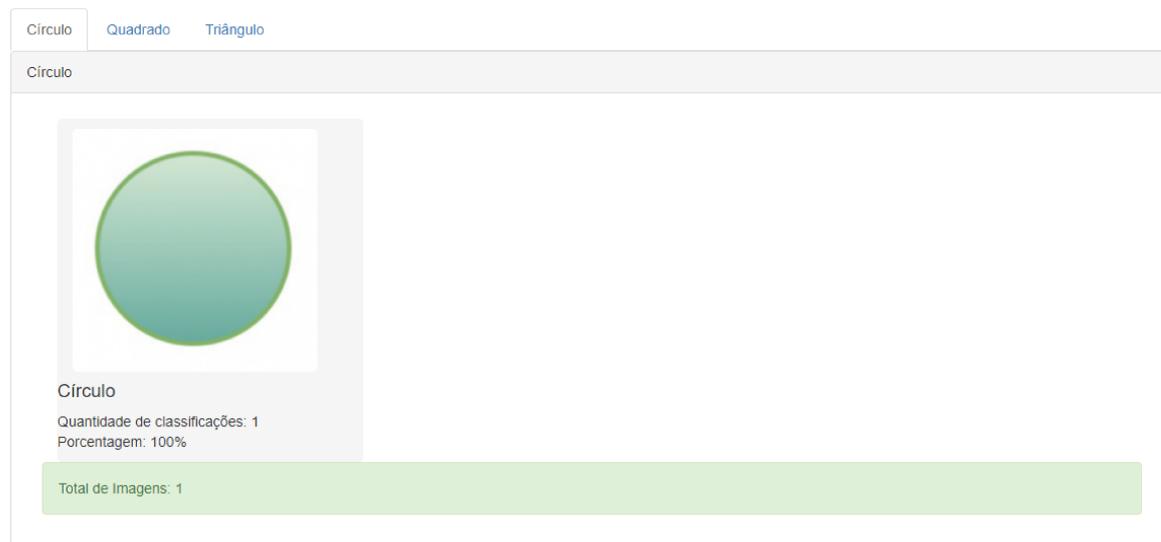


Figura 21 – Resultado das classificações de imagens validadas

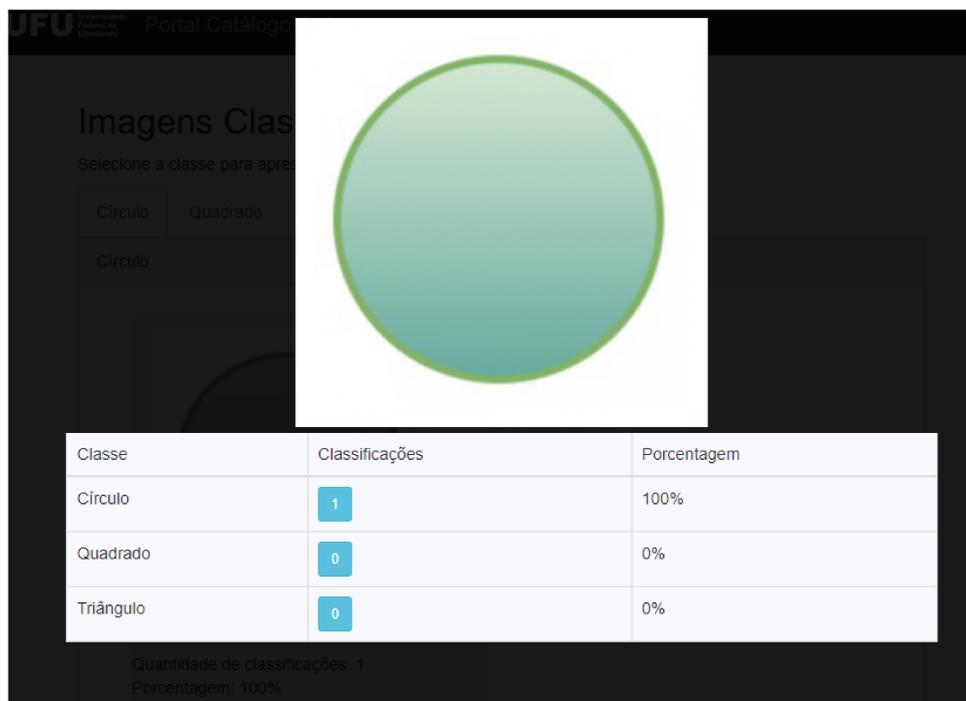
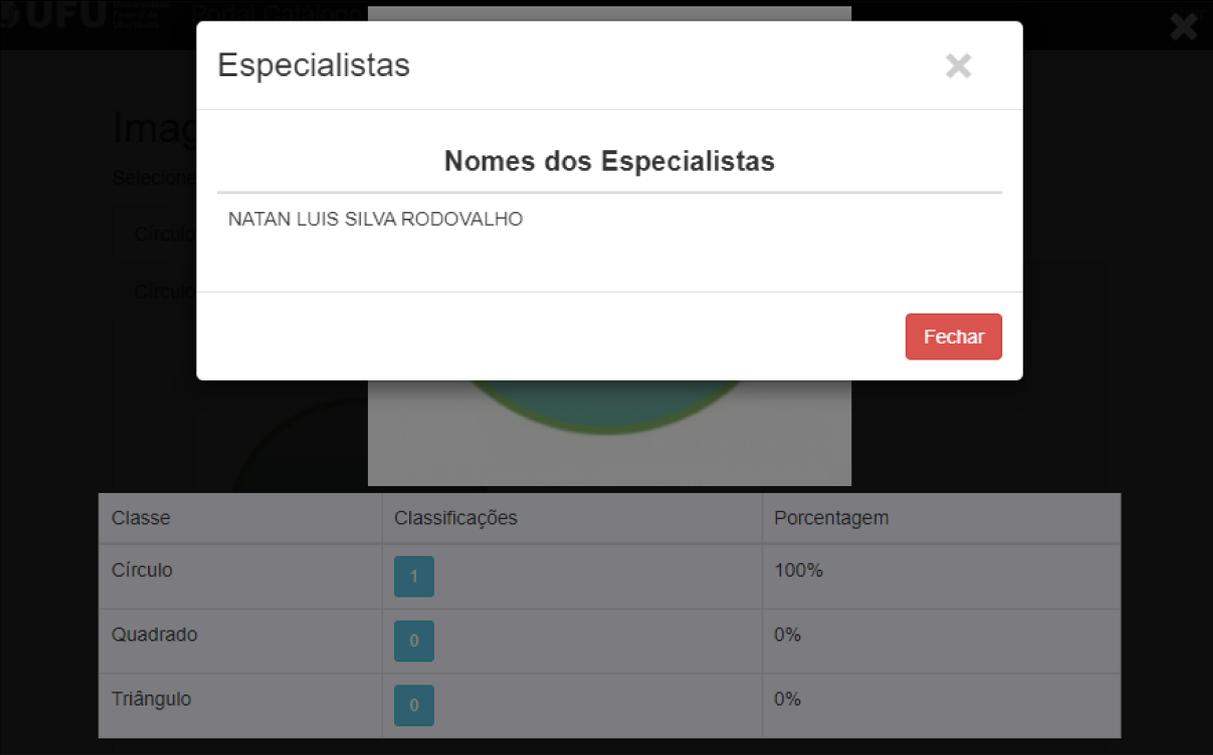


Figura 22 – Detalhes das classificações de uma imagem



The image shows a screenshot of a web application interface. A modal window titled "Especialistas" is open, displaying the name "NATAN LUIS SILVA RODOVALHO" under the heading "Nomes dos Especialistas". A red "Fechar" button is located in the bottom right corner of the modal. Below the modal, a table displays classification results for three classes: "Círculo", "Quadrado", and "Triângulo".

| Classe | Classificações | Porcentagem |
|-----------|----------------|-------------|
| Círculo | 1 | 100% |
| Quadrado | 0 | 0% |
| Triângulo | 0 | 0% |

Figura 23 – Especialistas responsáveis pela classificação

5.2 Gerenciamento da pesquisa

O Portal do Catálogo de Imagens é projetado para suportar vários grupos de pesquisa com diferentes temas. Para isso, é essencial que os contextos de pesquisa sejam separados. Na Figura 24 são ilustradas as funcionalidades para criar um conjunto de dados para cada grupo de pesquisa, e é necessário configurar os pesquisadores, especialistas, classes e imagens para cada pesquisa.

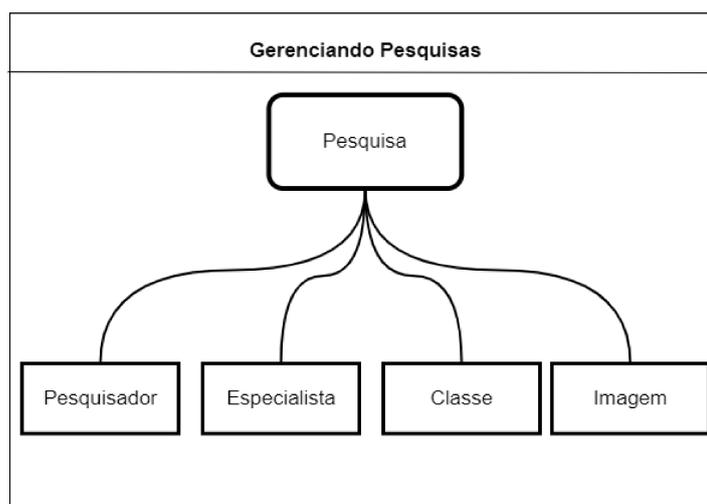


Figura 24 – Conjuntos que uma pesquisa possui

O primeiro passo para gerenciar um banco de dados da pesquisa é registrá-la.

1. **Cadastrar Pesquisa:** Um usuário configurado como pesquisador no portal pode cadastrar novas pesquisas para criar seu banco de dados, em um contexto diferente das outras pesquisas. Preenchendo o nome da pesquisa e enviando o formulário para salvar os dados (Fig. 25).

Cadastro de Pesquisa

Preencha os campos para cadastrar a pesquisa

Nome da Pesquisa:

Pesquisa Formas Geométricas

Cadastrar Pesquisa

Figura 25 – Página para cadastrar uma nova pesquisa

2. **Pesquisador:** O Pesquisador é um usuário com um perfil para gerenciar a pesquisa e acessar seu conjunto de dados no portal. O administrador do sistema concede permissão a um usuário para ser um pesquisador. Um pesquisador já cadastrado na pesquisa pode adicionar mais pesquisadores para compor o grupo. Na figura 26 é apresentado o formulário de inclusão de pesquisadores, em que uma tabela é apresentada com os pesquisadores disponíveis, onde são incluídos caso as caixas de seleção para inclusão estiverem marcadas. Abaixo do botão de envio do formu-

lário é mostrada uma lista de usuários já registrados na pesquisa para facilitar o gerenciamento dos colaboradores.

Pesquisadores

Selecione os Pesquisadores para ser incluído na pesquisa e clique em enviar

| INCLUIR PESQUISADORES | |
|-----------------------|--------------------------|
| Charles Darwin | <input type="checkbox"/> |
| Isaac Newton | <input type="checkbox"/> |
| Leonardo da Vinci | <input type="checkbox"/> |
| Nikola Tesla | <input type="checkbox"/> |
| Stephen Hawking | <input type="checkbox"/> |

Enviar

| PESQUISADORES CADASTRADOS | |
|---------------------------|--|
| Albert Einstein | |

Figura 26 – Página para incluir pesquisadores em uma pesquisa

- Especialista:** O especialista para participar de uma pesquisa precisa ser registrado pelo pesquisador, sendo apto a realizar a classificação das imagens, relativo ao conjunto de dados. Geralmente, o pesquisador não é um especialista para classificar as imagens, então esta é uma função essencial do portal para que um voluntariado de pessoas especializadas na área da pesquisa, aptas para a função de classificar, possam trabalhar, conseqüentemente, um conjunto de dados pode ser criado com qualidade, enquanto incontáveis outros que trabalham na área podem ser subsidiados. Qualquer usuário registrado no sistema e que tenha a permissão de ser um especialista pode ser incluído na pesquisa para exercer esse papel. Como a base de usuários do portal pode ser enorme, foi necessário criar um filtro para consultá-los no banco de dados. A figura 27 mostra o formulário para inclusão de especialistas em uma pesquisa. O pesquisador deve inserir parte do nome do usuário, que ele deseja incluir na pesquisa e clicar no botão "Filtrar", uma lista de usuários é apresentada em um tabela denominada "Especialistas", bastando marcar as caixas de seleção das pessoas a serem incluídas.

Incluir Especialista

Pesquise o nome de usuário e selecione os que serão inclusos como especialista para a pesquisa selecionada

| ESPECIALISTAS | |
|---------------|-----------------|
| | Stephen Hawking |

Incluir

Figura 27 – Página para incluir especialista em uma pesquisa

4. **Classes:** Cada pesquisa deve ter as categorias de classes que o especialista escolherá para classificar as imagens. O pesquisador pode registrar o número de classes necessárias, conforme representado na Figura 28, o sistema apresenta o formulário para cadastrar uma classe requerindo apenas o nome da classe. Como ilustrado na Figura 29, foram registradas 4 classes para os especialistas, no tema de formas geométricas, para identificar se a imagem está em conformidade com o formato de um círculo, quadrado, triângulo ou incerteza que significa que a mesma não se encaixa nas outras 3 opções.

Cadastrar Classe

Inclua a categoria para classificar a imagem

Classe

Informe o nome da classe a ser adicionada

Cadastrar

Figura 28 – Formulário para incluir uma classe em uma pesquisa

Classes

Selecione deletar caso deseje

| Nome da Classe | Deletar |
|----------------|--|
| Círculo | <input type="button" value="Deletar"/> |
| Quadrado | <input type="button" value="Deletar"/> |
| Triângulo | <input type="button" value="Deletar"/> |
| Incerteza | <input type="button" value="Deletar"/> |

Figura 29 – Listagem das classes cadastradas por um pesquisador

5. **Imagens:** Os procedimentos para registrar e validar as imagens, descritas nos tópicos anteriores, referentes à criação do conjunto de dados, deve ser realizado para cada pesquisa, uma vez que cada pesquisa tem um conjunto de dados específico. Esta separação da pesquisa e imagens permite que um determinado conjunto de imagens seja usado potencialmente em mais de uma pesquisa.

6 Conclusões

O principal objetivo do projeto foi a construção de um sistema que possibilitasse a construção de bases de conhecimento envolvendo imagens digitais e disponibilizasse recursos para o processo de classificação colaborativa de imagens de acordo com um conjunto de classes, voltado para pesquisas na área de visão computacional se relacionando muito com o aprendizado profundo que demanda grandes volumes de informações para ser eficaz. Com isso, o sistema teve que lidar com mais de um tipo de usuário, sendo cada um responsável por realizar diferentes tarefas. Exceto o perfil usuário pois todas as pessoas cadastradas na plataforma automaticamente tem essa atribuição, um pesquisador é responsável por gerenciar as pesquisas sendo capaz de criar novas pesquisas, adicionar imagens em uma pesquisa, validar as imagens cadastradas e visualizar os resultados das classificações que são feitas por especialistas adicionados nas pesquisas, o administrador fica encarregado de controlar as permissões e acesso de todos os usuários do sistema, podendo adicionar ou revogar permissões para uma pessoa ou modificar seu *e-mail* e remover seu acesso ao sistema. Todas essas personas foram levantadas na concepção do sistema em sua fase de planejamento, onde foi feita toda a documentação dos atores envolvidos e suas funções.

No decorrer da execução do projeto algumas dificuldades foram encontradas, principalmente na fase de planejamento e implementação. No que tange o planejamento, os principais empecilhos estiveram relacionados ao levantamento de requisitos do sistema, uma vez que nesta etapa é muito importante o levantamento de dados relacionado ao usuário final da plataforma, algo pouco acessível ao longo do desenvolvimento do projeto dado a sua natureza inovadora, por este motivo tomou-se como referência um trabalho de mestrado da Faculdade de Computação da *UFU* que estava em fase preliminar de desenvolvimento, como esse trabalho era relacionado à visão computacional e abordava um tema muito específico, foi constatado a inexistência de bases de imagens públicas que atendessem as demandas do projeto, por conta disso seria necessário criar uma base de conhecimento que atendessem as necessidades daquele projeto. Tal fato motivou o desenvolvimento do presente trabalho, resultando nos requisitos necessários para suprimir suas necessidades, por esta razão o levantamento ficou restrito ao cenário dessa pesquisa em específico, o que poderia limitar a aplicabilidade da plataforma para outros pesquisadores. No intuito de minimizar tal impacto a modelagem e os requisitos foram adequados de modo que o sistema proposto se portasse de forma genérica o bastante para atender pesquisas similares àquele problema.

Outro fator que impactou na etapa de implementação foi a readequação das funcionalidades. Isso ocorreu devido a problemas encontrados na fase de testes, por concluir

que as demandas não faziam sentido para o contexto do sistema ou que elas não atendiam completamente os requisitos, sendo necessário complementá-las com outras funções ou refina-las ao ponto de cumprir a finalidade desejada. Tais mudanças forçaram a readequação das próximas iterações do projeto para incluir as correções, o que acabava por impactar o prazo de entrega do sistema por completo, dado a necessidade de executar tarefas não previstas.

Para a realização do projeto foi necessário passar por diversas etapas de desenvolvimento de uma aplicação nova, desde o levantamento de requisitos até sua implementação, onde o planejamento foi de grande importância, uma vez que este guiou todos os procedimentos incluídos no processo, gerando assim, um certo esforço nesta etapa para refletir no sucesso do projeto, o que resultou em uma aplicação funcional que atendesse as demandas estabelecidas.

Foi abordado diversos temas como o planejamento foi voltado para a parte de gestão de um projeto envolveu o desenvolvimento da documentação dos requisitos e com isso a implementação foi guiada por esses documentos para garantir a conformidade com os requisitos onde essas duas etapas requerem um conhecimento mais técnico da área de computação, pois a codificação fica a cargo desta fase demandando assim um desenvolvedor apto a utilizar as tecnologias definidas para a construção do sistema além da etapa de testes para garantir a qualidade do programa para que os usuários desfrutem de uma experiência mais conveniente e agradável, a implantação envolveu um conhecimento mais específico assim como no desenvolvimento, pois foi nela que o servidor que será responsável por executar a aplicação foi criado e configurado propiciando assim um ambiente para a aplicação funcionar e ser disponibilizada para os demandantes.

O projeto visa suprir as necessidades de pesquisadores da área de visão computacional, que necessitam criar uma base de dados de conhecimento constituído por imagens classificadas de acordo com rótulos definidos, e que abordem um tema muito específico que acarreta na necessidade de criar esse conjunto de dados de uma forma mais arcaica pois requer executar diversas etapas que caso o conjunto de dados estivesse pronto isso não seria necessário resultando em um menor tempo para a conclusão da pesquisa. Em decorrência dessa demanda e por uma falta de produtos no mercado que englobam essa carência de bases de conhecimento onde o presente projeto almeja atender este grupo, para centralizar o controle dos dados e proporcionar funcionalidades relevantes para auxiliar nesse processo com o intuito de simplificar e otimizar sua execução. Além disso, os projetos, caso possível, poderiam disponibilizar as bases geradas através da plataforma para o público poder consumir para auxiliar futuras pesquisas ou na replicação de sua pesquisa para validar os processos ou testar novas possibilidades em trabalhos já executados.

Futuramente a intenção é implementar novas funcionalidades para refinar a plataforma no sentido de proporcionar um maior conjunto de ferramentas para o pesquisador

conseguir realizar suas tarefas de uma maneira mais otimizada, além disso corrigir os problemas levantados pelos usuários durante a execução da aplicação, um refinamento será necessário em determinadas funcionalidades atualmente implementadas mas devido ao planejamento teve um remanejamento das prioridades para cumprir o cronograma do projeto, por exemplo a implementação de uma paginação da tela de listar as imagens classificadas, o que não prejudica de fato a funcionalidade mas impõe uma limitação nela que deve ser ajustado posteriormente, são débitos técnicos mapeados para serem ajustados.

Com o levantamento dos trabalhos correlatos foi identificadas funções interessantes e relevantes para a plataforma, atualmente suporta apenas classificação de maneira geral de uma imagem, trabalhos que demandam uma segmentação de objetos a partir de imagens não conseguiriam realizar esse processo na plataforma de maneira prática, sendo assim seria uma funcionalidade que atenderia um maior número de usuários e evitaria o uso de ferramentas externas. Além disso a inserção de algoritmos de processamento de imagem para já realizar um pré-processamento caso o pesquisador deseje, além de possibilitar a submissão de algoritmos para permitir uma maior personalização por parte do usuário. A extração de informação de dados de uma base de informações é de uma grande importância visto que isso possibilita a exibição de dados relacionados a base auxiliando assim o pesquisador em suas decisões, por exemplo apresentar diagramas apresentando a distribuição de classes das imagens indicando assim uma possível tratativa por parte do pesquisador para equalizar, inserindo imagens distintas das existentes. Aplicar métodos de inteligência computacional em cima do conjunto seria uma maneira do pesquisador realizar uma pré-análise para auxiliar na decisão do método que melhor se adequa a base para resolver o problema abordado.

Outro fator de grande relevância para o projeto é a sua utilização por pesquisadores que desejam criar esses conjuntos de conhecimento, pois é por meio da avaliação dos usuários que um sistema consegue constatar erros de execução ou sua ineficiência em atender uma necessidade dos utilizadores, inicialmente está previsto sua utilização por parte de um trabalho de mestrado da Faculdade de Computação da *UFU* que precisa construir sua base e necessita de uma classificação das imagens de uma forma mais assertiva visto que aborda um campo mais complexo para definir a correspondência de uma imagem em uma determinada classe.

Referências

- ANDRILUKA, M.; UIJLINGS, J. R. R.; FERRARI, V. Fluid annotation: A human-machine collaboration interface for full image annotation. In: *Proceedings of the 26th ACM International Conference on Multimedia*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2018. (MM '18), p. 1957–1966. ISBN 9781450356657. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3240508.3241916>>. Citado na página 21.
- BALLARD, D. H.; BROWN, C. M. *Computer Vision*. 1. ed. [S.l.]: Prentice Hall, 1982. ISBN 0131653164. Citado na página 13.
- BAZEILLE, S. et al. Automatic underwater image pre-processing. Brest, France, p. xx, out. 2006. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00504893>>. Citado na página 14.
- CERQUEIRA, S. et al. Pathospotter classifier: Uma serviço web para auxílio à classificação de lesões em glomérulos renais. In: *Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 60–70. ISSN 2763-8952. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/sbcas.2021.16053>>. Citado na página 21.
- CUNNINGHAM, P.; CORD, M.; DELANY, S. J. Supervised learning. In: _____. *Machine Learning Techniques for Multimedia: Case Studies on Organization and Retrieval*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 21–49. ISBN 978-3-540-75171-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-75171-7_2>. Citado na página 10.
- DENG, J. et al. Imagenet: A large-scale hierarchical image database. In: *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. [s.n.], 2009. p. 248–255. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>>. Citado na página 8.
- DRAPER, B.; HANSON, A.; RISEMAN, E. Knowledge-directed vision: control, learning, and integration. *Proceedings of the IEEE*, v. 84, n. 11, p. 1625–1637, 1996. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/5.542412>>. Citado na página 15.
- FAISAL, A. et al. Understanding autonomous vehicles: A systematic literature review on capability, impact, planning and policy. *Journal of Transport and Land Use*, v. 12, n. 1, p. 45–72, Jan. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5198/jtlu.2019.1405>>. Citado na página 9.
- FIELDING, R. et al. *RFC2616: Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*. USA, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.17487/RFC2616>>. Citado na página 16.
- FILHO, O. M.; NETO, H. V. *Processamento Digital de Imagens*. Rio de Janeiro: Brasport, 1999. ISBN 8574520098. Citado na página 14.
- FOUNDATION, C. S. *CakePHP Cookbook Documentation*. 2021. Disponível em: <https://book.cakephp.org/4/_downloads/en/CakePHPCookbook.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.

- FRANCK, K. M.; PEREIRA, R. F.; FILHO, J. V. D. Ratio-entity diagram: a tool for conceptual data modeling in software engineering. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e49510817776, Jul. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17776>>. Citado na página 30.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Processamento de imagens digitais*. 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 15.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Processamento de imagens digitais*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. ISBN 978-85-8143-586-2. Citado na página 15.
- GOOGLE. 2019. Acesso em: 6 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com/photos/about/>>. Citado na página 9.
- HAWKINS, D. M. The problem of overfitting. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, v. 44, n. 1, p. 1–12, 2004. PMID: 14741005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/ci0342472>>. Citado na página 10.
- HUSTINAWATI, A. K. H.; LATIFAH. Performance analysis framework codeigniter and cakephp in website creation. *International Journal of Computer Applications*, v. 94, p. 6–11, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.5120/16549-5946>>. Citado na página 18.
- KATO, S. et al. An open approach to autonomous vehicles. *IEEE Micro*, v. 35, n. 6, p. 60–68, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/MM.2015.133>>. Citado na página 9.
- KRASNER, G. E.; POPE, S. T. “a cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in smalltalk-80. *Object-Oriented Programming*, v. 1, p. 26–49, 1988. Acesso em: 07 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.ics.uci.edu/~redmiles/ics227-SQ04/papers/KrasnerPope88.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- LAHTINEN, T.; TURTIAINEN, H.; COSTIN, A. Brima: Low-overhead browser-only image annotation tool (preprint). In: *2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. [s.n.], 2021. p. 2633–2637. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICIP42928.2021.9506683>>. Citado na página 22.
- LARMAN, C.; BASILI, V. Iterative and incremental developments. a brief history. *Computer*, v. 36, n. 6, p. 47–56, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204375>>. Citado na página 33.
- LERDOF, K. T. R.; MACINTYRE, P. *Programming PHP*. 2. ed. Sebastopol: O’ Reilly Media, 2006. Citado na página 17.
- PARISI, R. et al. Car plate recognition by neural networks and image processing. In: *1998 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. [s.n.], 1998. v. 3, p. 195–198 vol.3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ISCAS.1998.703970>>. Citado na página 15.
- PHP-GTK. 2021. Acesso em: 7 jul. 2021. Disponível em: <<https://gtk.php.net/>>. Citado na página 17.
- POSTGRESQL. 2021. Acesso em: 28 out. 2021. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/docs/14/history.html>>. Citado na página 20.

QIN, X. et al. Bylabel: A boundary based semi-automatic image annotation tool. In: *2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*. [s.n.], 2018. p. 1804–1813. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/WACV.2018.00200>>. Citado na página 22.

QUEIROZ, J.; GOMES, H. Introdução ao processamento digital de imagens. *RITA*, v. 13, p. 11–42, 01 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220162237_Introducao_ao_Processamento_Digital_de_Imagens>. Citado na página 13.

RUSSELL, B. et al. Labelme: A database and web-based tool for image annotation. *International Journal of Computer Vision*, v. 77, 05 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11263-007-0090-8>>. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 22.

SENG, K. P. et al. Computer vision and machine learning for viticulture technology. *IEEE Access*, v. 6, p. 67494–67510, 2018. Acesso em: 28 jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2875862>>. Citado na página 13.

SWAIN, S.; MOHAPATRA, D.; MALL, R. Test case generation based on use case and sequence diagram. *International Journal of Software Engineering*, v. 3, 01 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/45363457_Test_Case_Generation_Based_on_Use_case_and_Sequence_Diagram/citations>. Citado na página 23.

UMBAUGH, S. E. *Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing*. [S.l.]: CRC Press, 2005. ISBN 0849329191. Citado na página 13.

VOULODIMOS, A. et al. Deep learning for computer vision: A brief review. *Computational Intelligence and Neuroscience*, v. 2018, p. 1–13, 02 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2018/7068349>>. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 10.

XIAO, T. et al. Learning from massive noisy labeled data for image classification. In: *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. [s.n.], 2015. p. 2691–2699. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298885>>. Citado na página 9.

XU, L. et al. Segmentation of skin cancer images. *Image and Vision Computing*, v. 17, n. 1, p. 65–74, 1999. ISSN 0262-8856. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0262-8856\(98\)00091-2](https://doi.org/10.1016/S0262-8856(98)00091-2)>. Citado na página 15.

YAO, Y. et al. Estimation of the gender ratio of chickens based on computer vision: Dataset and exploration. *Entropy*, v. 22, n. 7, 2020. ISSN 1099-4300. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/e22070719>>. Citado na página 21.

ZHANG, D.; LU, G. Review of shape representation and description techniques. *Pattern Recognition*, v. 37, n. 1, p. 1–19, 2004. ISSN 0031-3203. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2003.07.008>>. Citado na página 15.