UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA
CURSO DE MEDICINA
BACHARELADO EM MEDICINA

JOÃO RICARDO CASTRO MELO

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS DE IMAGENS DERMATOLÓGICAS E SEU SISTEMA DE ACESSO

Parnaíba

2025

JOÃO RICARDO CASTRO MELO

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE BANCO DE DADOS DE IMAGENS DERMATOLÓGICAS E SEU SISTEMA DE ACESSO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Graduação em Medicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba como requisito básico para obtenção do grau de Bacharel em Medicina.

Orientadora: Profª. Drª. Karina Rodrigues dos Santos

Parnaíba

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Delta do Parnaíba

M528p Melo, João Ricardo Castro

Projeto e desenvolvimento de banco de dados de imagens dermatológicas e seu sistema de acesso [recurso eletrônico] / Melo, João Ricardo Castro. – 2025.

41 p.

TCC (Bacharelado em Medicina) – Universidade Federal do Delta do Parnaíba, 2025.

Orientação: Profª. Drª. Karina Rodrigues dos Santos.

1. Dermatologia. 2. Educação médica. 3. Bancos de dados. 4. Aplicações móveis. I. Santos, Karina Rodrigues dos. II. Título.

CDD: 610

Elaborada por Adriana Luiza de Sousa Varão CRB-3/1493

À Universidade Pública Brasileira, em especial UFSC e UFDPar, e aos engenheiros e profissionais de saúde.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, minha avó, meu tio e padrinho e demais familiares, por todo o apoio que me deram até aqui. Dedico todo o curso de Medicina a vocês.

À Carolinne, minha companheira. A vida é mais linda com você, minha princesa.

À minha orientadora, Karina Rodrigues dos Santos, cujo ânimo em produzir e ensinar me estimulou fortemente.

À doutora Denise Evelyn Machado de Almeida, pelo suporte na formação prática e estímulo à produção acadêmica, sempre apresentando o desafio e a beleza que compõem a Dermatologia.

Aos colegas da Liga Acadêmica de Dermatologia da UFDPar (LIADE), aos do passado e do presente, que estimularam e contribuíram de alguma maneira com este trabalho.

RESUMO

A Dermatologia, área da Medicina responsável pelo diagnóstico e terapia de doenças de pele e seus anexos, é de fundamental importância para a formação médica, mesmo entre não especialistas, pois constitui campo de queixa comum em serviços médicos. A formação dos estudantes de Medicina, no entanto, apresenta uma lacuna quanto ao treinamento em identificação e qualificação de lesões de pele, dada a baixa exposição a exemplos reais antes da prática clínica real. Esta deficiência se reflete em atraso e erros diagnósticos, o que pode comprometer o tratamento e gerar uso inadequado de serviços de especialidade médica. Para abordar este problema, propõe-se a criação de um produto educacional do tipo sistema de informação, composto por 1) um banco de dados estruturado de imagens de lesões dermatológicas, onde cada imagem possua dados clínicos associados e 2) um aplicativo digital que permita o cadastro, categorização e consulta das imagens para treinamento dos estudantes. Este sistema deverá servir de base para a adoção por usuários que venham a cadastrar imagens e categorizá-las, de modo a oferecer à comunidade acadêmica um valioso recurso educacional para aprendizado em semiótica dermatológica. Para a realização deste trabalho, foram adotadas as seguintes etapas: 1) definição de requisitos de sistema e funções disponíveis aos usuários; 2) pesquisa de técnicas e tecnologias atuais de desenvolvimento de aplicações do tipo cliente-servidor, privilegiando aquelas gratuitas, do tipo software livre e com alta adesão de mercado; 3) projeto de interface gráfica da aplicação cliente; 4) projeto e desenvolvimento conjuntos do banco de dados, do software servidor de acesso ao banco e de aplicativo de acesso; 5) validação e testes da solução. Como resultado, foi desenvolvido um produto mínimo viável contemplando servidor de acesso ao banco de dados – definindo a entidade central como imagem de lesão associada a metadados, como tipo de lesão elementar, forma e hipótese diagnóstica – e aplicativo, com suas principais funções sendo o cadastro de imagens de lesão e busca através dos metadados. O objetivo de oferecer um sistema básico de cadastro e busca de imagens dermatológicas por suas características foi atingido com sucesso. Este produto servirá de base para a criação de extensa coleção de imagens de lesão e seu estudo, com foco voltado a estudantes de Medicina. Uma vez populado com dados de qualidade, através da participação de estudantes, professores e profissionais médicos, este banco de dados e seu aplicativo de acesso poderão ser utilizados para o auxílio na formação médica, reduzindo a deficiência observada quanto a identificação e classificação de lesões de pele, através da sistematização da semiótica dermatológica e exposição massiva a inúmeros exemplos visuais. O banco de dados poderá servir de base para trabalhos futuros em diferentes níveis acadêmicos.

Palavras-chave: Dermatologia; Educação médica; Bancos de dados; Aplicações móveis.

ABSTRACT

Dermatology, the medical field responsible for diagnosing and treating skin and annexes diseases, is fundamental in medical education, even among non-specialists, as it is a very common reason why patients seek medical care services. Medical student formation, however, presents a gap in what concerns identifying and classifying skin lesions, given the low exposure to real samples before the student reaches actual practice. This deficiency leads to wrong and delayed diagnosis, which may compromise treatment and generate misuse of specialist medical services. To approach this problem, it is proposed to create an educational product, as an information system, composed by 1) a structured database of dermatologic lesions images, where each image has associated clinical data and 2) a digital application which allows registering, categorising and querying images for student training. This system will be the basis for the adoption of users who will register and categorise images, providing the academical community with an invaluable educational resource for dermatological semiotic learning. To accomplish this work, the following steps have been taken: 1) definition of system requisites and available user functions; 2) research of current technology and techniques for client-server application development, prioritizing the ones free of charge, free software and with high market adoption; 3) client application graphical interface design; 4) design and development of the database, its server-side management application and client-side application; 5) solution validation and testing. As a result, it was developed a minimum viable product comprising the database access service – with its central entity being lesion image with associated metadata, like elementary lesion, shape and diagnosis – and the associated application, with its main functions being registering skin lesion images and search by metadata. The goal of providing a basic system of registering and searching dermatologic images by its characteristics was successfully accomplished. This product will be the foundation for creating an extensive lesion image collection and their study, targeting medical students. Once filled with quality data, through contributions made by students, professors and doctors, this database and its application may be used for enhancing medical formation, mitigating the observed deficiency in identifying and classifying skin lesions through systematisation of dermatologic semiotics and massive exposure to countless visual samples. The database itself may also be used for future academical research in different levels.

Key-words: Dermatology; Medical education; Databases; Mobile applications.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arquitetura cliente-servidor. 19
Figura 2 - Diagrama do fluxo de desenvolvimento de software usando metodologia ágil. 22
Figura 3 - Tecnologias eleitas para o desenvolvimento da solução. 30
Figura 4 - diagrama do banco de dados de imagens de lesões dermatológicas. 31
Figura 5 - Da esquerda para a direita, tela de login (a), de cadastro de imagem de lesão (b) e de visualização de detalhes da imagem já cadastrada (c). 33
Figura 6 - Da esquerda para a direita, tela de seleção de filtros (a), tela de seleção de filtros com a opção de hipótese diagnóstica selecionada (b) e carrossel de imagens de lesão como resultado da aplicação dos filtros (c). 34

LISTA DE ABREVIATURAS

IA – Inteligência Artificial

SGBD – Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados

SQL – *Structured Query Language* (linguagem de consulta estruturada)

HTML – H*ypertext Markup Language* (linguagem de marcação de hipertexto)

HTTP – *Hypertext Transfer Protocol* (protocolo de transferência de hipertexto)

API – *Application Programming Interface* (interface de programação de aplicação)

GUI – *Graphical User Interface* (interface gráfica de usuário)

UI – *User Interface* (interface de usuário)

UX – *User Experience* (experiência de usuário)

MVP – *Minimum Viable Product* (produto mínimo viável)

WSL 2 – *Windows Subsystem for Linux 2* (subsistema Windows para Linux 2)

PBL – *Problem Based Learning* (aprendizagem baseada em problemas)

CAD – *Computer Aided Diagnosis* (diagnóstico assistido por computador)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
1.1 O problema do treinamento visual em dermatologia 10
1.2 Uma proposta de abordagem ao problema 11
1.3 Relevância 12
1.4 Anterioridade tecnológica e acadêmica 13
1.5 Declaração ética sobre o uso de IA 13
2. OBJETIVOS 15
2.1 Objetivo Geral 15
2.2 Objetivos Específicos 15
3. REVISÃO DE LITERATURA 16
3.1 Bancos de dados 16
3.2 Aplicações cliente - servidor 17
3.3 Interface gráfica de usuário 19
3.4 Metodologias ágeis 21
3.5 *Benchmarking* 22
4. METODOLOGIA 24
4.1 Planejamento e definição de requisitos 24
4.2 Pesquisa tecnológica e definição da arquitetura 24
4.3 Projeto e implementação da interface do usuário 25
4.4 Desenvolvimento da lógica da aplicação 26
4.5 Validação e avaliação 26
5. RESULTADOS 28
5.1 Levantamento de requisitos 28
5.2 Pesquisa e escolha tecnológica 29
5.3 Implementação, design e funcionalidades lógicas do MVP 30
6. DISCUSSÃO 35
6.1 Cumprimento dos objetivos 35
6.2 Avanços alcançados 35
6.3 Limitações Reconhecidas 36
6.4 Perspectivas Futuras 37
7. CONCLUSÃO 39
REFERÊNCIAS 40

1. INTRODUÇÃO

Esta seção apresenta a problemática que motivou o trabalho, um resumo da solução proposta e considerações práticas a respeito do trabalho abordado e deste próprio texto.

1.1 O problema do treinamento visual em Dermatologia

A Dermatologia é a área da Medicina responsável pelo diagnóstico e tratamento de lesões cutâneas, as quais englobam alterações na pele, nos cabelos e nas unhas, que podem refletir uma condição autolimitada ou sistêmica (Belda et al, 2023). As condições de pele representam elevada queixa da população em muitos serviços de saúde, incluindo a atenção primária à saúde (Reigada; Martins; Lavinas, 2018), o que torna a Dermatologia campo de conhecimento fundamental para qualquer profissional de Medicina, não apenas especialistas na área. Existem mais de 70 doenças dermatológicas pela lista de dermatoses da Sociedade Brasileira de Dermatologia (2006), incluindo acne, eczema, psoríase, dermatites, infecções fúngicas e bacterianas, as quais apresentam uma ampla variedade de manifestações clínicas.

Nesta perspectiva, o diagnóstico precoce e o tratamento eficaz das lesões cutâneas são fundamentais para a promoção de saúde e do bem-estar das pessoas acometidas. Por isso, é imprescindível que estudantes de Medicina e profissionais da área da saúde tenham habilidades de identificação visual e diagnóstico preciso das principais enfermidades dermatológicas. Entretanto, durante a graduação, existe uma carência na disponibilidade de imagens que representem as lesões de pele (Ebede & Papier, 2006). Muitas vezes, as referências bibliográficas disponibilizam imagens repetidas, com resolução de imagem prejudicada e sem considerar aspectos relevantes, tais como idade, tom da pele do paciente e manifestações atípicas (Adelekun, Onyekaba & Lipoff, 2021).

Essa escassez de exemplos dificulta uma prática clínica adequada, podendo levar à subdetecção de patologias em crianças, adultos e idosos. A demora no diagnóstico de doenças dermatológicas pode alterar significativamente a evolução e qualidade de vida do paciente. A exemplo, muitos médicos podem retardar o diagnóstico de lesões malignas, como o câncer de pele do tipo melanoma, devido a sua aparência inocente (Gomes; Moura; Aguiar, 2012). Aliado a isso, o diagnóstico equivocado de lesões benignas acarreta a superlotação dos ambulatórios

de especialidades, impondo elevados gastos ao sistema público de saúde, segundo *Gomes Silva et al* (2023).

Tudo isso esclarece que há um problema causado pelo número limitado de imagens de lesões dermatológicas para treinamento de profissionais de saúde, principalmente médicos; portanto, tal problema precisa ser abordado.

1.2 Uma proposta de abordagem ao problema

Para superar essa limitação é importante que os profissionais da saúde possam ter acesso simplificado, ampliado e ilustrativo das diversas lesões de pele. Desta forma, propõe-se aqui a criação de um banco de dados – não apenas uma coleção de dados como em um diretório ou planilha – que possa englobar uma enorme quantidade de fotografias das lesões de pele, em seus diferentes aspectos e características, associado a um sistema de consulta e cadastro destas imagens e suas informações associadas – *metadados* ou *metainformações* –, ou seja, um "aplicativo digital". Isto será de indubitável importância para a ampliação do conhecimento de estudantes e profissionais da saúde. Isto porque, em geral, o aluno de Medicina só tem acesso a tal diversidade de observações de lesões quando alcança a prática clínica rotineira em seu estágio obrigatório ("internato"). Mesmo nesta oportunidade, muitas vezes não há foco neste treinamento específico em identificação visual e categorização de lesões. Via de regra, o médico é formado sem um treinamento adequado quanto a esta habilidade clínica.

Esta proposta – banco de dados e aplicativo de acesso – é inovadora, uma vez que um banco de dados permite o registro sistemático de informações sobre cada exemplo de lesões de pele (*metainformações*), incluindo tipo de lesão, localização, tamanho, idade do paciente e caracterizações típicas da Dermatologia, como descamação, eritema, bordas bem delimitadas, entre outros. Isso permite a avaliação detalhada das lesões em seus diferentes aspectos, reduzindo a eventual confusão que o aluno pode ter ao observar uma imagem de lesão típica de determinada doença apenas uma vez, ou poucas vezes, em um livro texto ou em uma aula. A disponibilidade desta ferramenta auxiliará na formação dos envolvidos, uma vez que resulta em novas descobertas, *insights* e avanços no conhecimento das afecções dermatológicas. A proposta é entregar um recurso educacional que potencialize o olhar clínico dos estudantes e futuros profissionais – mas não que seja a ela mesma delegada a função diagnóstica.

Outrossim, haja vista a capacidade de atualização constante deste tipo de banco de dados, este deve servir como uma fonte valiosa de dados para análise e pesquisa. A

disponibilidade de tal sistema, de uso gratuito e acesso universal, permitirá um amplo repertório informativo para atividades que possam ser realizadas no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, em diferentes níveis acadêmicos, inclusive mestrado e doutorado. Complementarmente, a comunidade acadêmica contará com uma excelente fonte sobre a qual se poderão desenvolver aplicativos e outros trabalhos de tecnologia e inovação. Aqui merecem especial destaque os sistemas de Inteligência Artificial (IA): para que funcionem bem, o pilar fundamental de seu treinamento é uma coleção de dados de qualidade (Batista, 2003).

De modo a separar o desenvolvimento do produto da coleta de imagens, o trabalho abordado neste documento será desenvolvido com o objetivo de projetar, programar, implementar e testar a plataforma, estando a coleta de dados em campo reservada a um outro projeto de pesquisa. Este projeto de pesquisa, por sua vez, já deverá contar com uma versão deste produto implantada e disponível para uso, aí sim sendo possível que usuários capacitados possam publicar imagens e categorizá-las com as metainformações adequadas. Deve ficar claro, portanto, que este trabalho lida com o "produto" composto por aplicativo e banco de dados; os dados em si – imagens e metainformações – que serão acessados por este produto ficam em outro escopo. Contudo é fundamental, antes de criar esta base de dados qualificada, que haja um sistema estruturado e funcional que possa recebê-las.

Com isso pretende-se, com a aplicação desta solução, deixar um legado à formação dos alunos participantes e demais alunos da UFDPar e comunidade externa, pois poderão utilizar tal ferramenta como fonte para seus trabalhos e aprendizado. Isso contribuirá também com a própria universidade, somando ao seu acervo de Tecnologia & Inovação.

1.3 Relevância

Na era atual, onde o acesso a dados e fontes de informação se dá majoritariamente por meio digital, identifica-se um desafio significativo na área da educação médica, especialmente no estudo de lesões através de imagens. A grande maioria dos exemplos disponíveis em materiais digitais é derivada de livros tradicionais, resultando em um conjunto limitado e homogêneo de imagens. Tal uniformidade não apenas mascara a diversidade real encontrada na prática clínica, mas também pode gerar confusão entre os estudantes, uma vez que as representações frequentemente não isolam a lesão de interesse, dificultando o entendimento. A compreensão plena e a aproximação do aprendizado à experiência clínica real só são possíveis

através da análise de uma vasta coleção de imagens, que mostrem a variedade de manifestações possíveis de lesões.

Neste contexto, o projeto proposto visa desenvolver um sistema inovador onde, futuramente, será cadastrada e caracterizada (por usuários qualificados) uma ampla gama de imagens relacionadas a lesões, superando as limitações dos materiais didáticos tradicionais. A consulta a estas imagens será acessível não apenas a estudantes e professores, mas também a pesquisadores e à comunidade em geral, democratizando o acesso a recursos educacionais de alta qualidade. Com uma base de dados extensa e diversificada, espera-se que o projeto facilite uma série de trabalhos acadêmicos e de pesquisa, contribuindo significativamente para a formação médica e para o avanço do conhecimento na área.

1.4 Anterioridade tecnológica e acadêmica

Em virtude de não poder ser solicitada patente para software no Brasil, excetuando-se as situações em que o aplicativo se encontra vinculado a hardware, não foi possível a realização de busca de patentes semelhantes ao presente projeto.

Quanto a trabalhos anteriores com tema semelhante, alguns deles, como a monografia de *Horiuchi* (2022), trazem trabalhos integrados de coleta e análise de dados, neste caso para treinamento de um algoritmo de aprendizado de máquina. Buscas na internet sobre “banco de dados”, “imagens” e “dermatologia” retornam muitos resultados. Na seção 3 serão apresentadas propostas que buscaram atingir um objetivo similar.

Este trabalho, no entanto, não diz respeito à coleta de imagens que virão a “popular” o banco de dados. Seu propósito vai além, pois não limita o uso das imagens (após coletadas em um projeto futuro) para o treinamento de um único algoritmo ou sistema, mas sim pretende disponibilizar uma grande base de dados acessível e de qualidade para que muitos trabalhos possam ser realizados sobre ela. O desenvolvimento de trabalhos de análise de dados sobre uma mesma base de acesso público potencializa a credibilidade destes trabalhos, pois favorece a repetibilidade, critério fundamental da ciência.

1.5 Declaração ética sobre o uso de IA

Para a realização do produto aqui apresentado e confecção deste texto, utilizou-se modelos de inteligência artificial para dois propósitos: 1) verificar a completude e coesão das

informações frente aos objetivos estabelecidos e 2) pesquisar informações atuais sobre as técnicas utilizadas. Ambos os propósitos estão alinhados com a Política do Uso de Inteligência Artificial na UFDPar, definidos na Resolução CONSUNI nº 157 de 23 de abril de 2025. A confecção do texto é de inteira autoria e responsabilidade próprias do autor.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Projetar e implementar versão preliminar de banco de dados de imagens de lesões de pele com metainformações, juntamente com seu aplicativo de acesso, e torná-lo acessível a usuários selecionados, para que iniciem o cadastramento de imagens e sua classificação.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar as melhores tecnologias de bancos de dados gratuitos, de preferência *software livre*, do tipo *big data* e relacional, para implementação da proposta do objetivo geral;
- Pesquisar as melhores tecnologias de desenvolvimento de aplicativos para interação com o banco de dados;
- Projetar as características do banco de dados, em termos de tamanho das imagens e tabelas (ou etiquetas) de metadados que possibilitem a precisa caracterização das imagens de lesões de pele;
- Projetar a versão preliminar da aplicação de acesso ao banco de dados, com as funções de cadastro, edição, remoção e pesquisa das imagens e seus dados associados;
- Projetar interface gráfica da aplicação com linguagem visual intuitiva e completa, alinhada aos paradigmas atuais de interface de usuário para aplicações digitais;
- Disponibilizar o aplicativo como um serviço de cadastro e pesquisa de imagens de lesões a usuários com conhecimento técnico em Dermatologia, com vistas à alimentação inicial do sistema.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção apresenta os conceitos fundamentais utilizados no projeto da solução aqui abordada, além de discorrer sobre como funcionam – tipicamente – as aplicações digitais. Em seguida, apresenta soluções similares disponíveis na internet para fins de conhecimento e comparação. O objetivo aqui é municiar os leitores com conhecimentos básicos para a compreensão do texto completo e do produto apresentado, sem demasiada profundidade técnica.

3.1 Bancos de dados

Bancos de dados são sistemas organizados que permitem armazenar, editar, organizar e acessar informações de maneira eficiente. Eles são utilizados para gerenciar grandes volumes de dados, que podem variar desde informações financeiras até dados de clientes ou *logs* (registros de atividades únicas) de sistemas. Segundo *Silberschatz et al. (2020)*, "um banco de dados é uma coleção de dados relacionados logicamente, projetados para atender às necessidades de uma organização."

Os bancos de dados em si são conjuntos de arquivos; para acessá-los de acordo com as técnicas de tecnologia de informação planejadas e desenvolvidas ao longo de décadas, são utilizados sistemas conhecidos como Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBD). São estes SGBD, em última análise, que possibilitam a interação entre o usuário (mesmo que este usuário seja outro software) e os dados armazenados.

Os bancos de dados relacionais, baseados no modelo proposto por *Codd* (1970)[1], armazenam informações em *tabelas* organizadas por *linhas* (também chamadas de *tuplas* ou *entidades*) e *colunas* (campos) e utilizam linguagem SQL (*Structured Query Language*) para consulta e manipulação dos dados. Exemplos conhecidos de sistemas de gerenciamento de bancos de dados relacionais incluem MySQL e PostgreSQL. Em contraste, a *big data* é uma abordagem voltada para o armazenamento e análise de grandes quantidades de dados, muitas

[1] O artigo de Edgar F. Codd foi revolucionário, pois definiu as bases matemáticas que fundamentaram os bancos de dados relacionais, os quais são utilizados até hoje, mais de 50 anos depois. Rendeu-lhe um prêmio Turing em 1981, o que pode ser considerado um “Nobel da computação”.

vezes não estruturados, oriundos de diversas fontes, como mídias sociais, sensores e logs. Plataformas como Hadoop e Spark são exemplos conhecidos de bancos do tipo big data.

Enquanto os bancos relacionais priorizam a consistência e a integridade dos dados, a big data é otimizada para lidar com escalabilidade e velocidade em ambientes distribuídos (Chen et al, 2014). Contudo, não oferecem a mesma garantia de integridade dos dados e têm custo operacional mais elevado.

Em bancos de dados relacionais, as relações ditas 1-N (um para muitos) e N-N (muitos para muitos) são usadas para modelar como as entidades se conectam. Uma relação 1-N ocorre quando uma entidade está associada a várias instâncias de outra entidade, mas cada instância desta última está ligada a apenas uma da primeira. Por exemplo, em um sistema de gerenciamento de pedidos em uma loja, um *Cliente* (entidade 1) pode realizar muitos *Pedidos* (entidade N), mas cada *Pedido* pertence a apenas um *Cliente*. Já a relação N-N ocorre quando múltiplas instâncias de uma entidade estão conectadas a múltiplas instâncias de outra. Por exemplo, em uma plataforma educacional, um *Aluno* pode se matricular em várias *Disciplinas*, e uma *Disciplina* tem um ou mais *Alunos*. Para representar isso, é criada uma tabela intermediária (também conhecida como tabela de junção ou ligação), que contém as chaves primárias (identificadores únicos) de ambas as entidades, como uma tabela de *Matrículas* que conecta *Alunos* e *Disciplinas*.

3.2 Aplicações cliente - servidor

Muitos sistemas contemporâneos são desenvolvidos com uma arquitetura “cliente-servidor”. Nesse modelo, o *cliente* é responsável por interagir com o usuário final e enviar solicitações ao servidor, enquanto o *servidor* processa essas solicitações e fornece os dados ou serviços necessários ao cliente. De acordo com *Van Steen & Tanenbaum* (2023), "um servidor é uma entidade que fornece um conjunto de serviços a outro programa, chamado de cliente."

Esses serviços podem variar desde hospedagem de páginas web, gerenciamentos de banco de dados e funções solicitadas pela aplicação cliente, como a realização de um cálculo, a consulta de documentos ou a realização de transações financeiras. O servidor desempenha funções fundamentais, como gerenciamento de recursos (dados, arquivos, processadores), autenticação e autorização de acessos e monitoramento da rede.

Aplicações em servidor também são chamadas de *backend*. Tecnologias tipicamente adotadas para a sua implementação incluem:

- **PHP**: considerada a linguagem de programação mais usada na internet (W3Techs, 2025), é intimamente ligada ao HTML (*hypertext markup language*), sendo capaz de processar requisições do usuário assim que ele acessa uma página web e interage com a mesma.
- **Java**: alcançou grande adesão ao popularizar o conceito de que um único código pode ser executado em diversos tipos de dispositivos.
- **Servidores Web HTTP**: não uma tecnologia única, mas uma categoria, estes são os programas executados nos computadores que permitem que as aplicações do tipo servidor sejam acessíveis pela internet, redirecionando as requisições do usuário e devolvendo as respostas. Exemplos típicos de servidores web HTTP (*hypertext transfer protocol*) são o Apache e o Microsoft IIS.

O cliente – ou *frontend* – é, de forma complementar, a aplicação que de fato utilizamos nos aparelhos. Existem vários tipos de cliente, incluindo:

- **Clientes Web:** Utilizam navegadores para acessar serviços hospedados na web. São as páginas web que utilizamos com frequência ao abrir um navegador em qualquer dispositivo e acessar um endereço.
- **Clientes Móveis:** Aplicativos específicos para dispositivos móveis, como Android ou iOS. São os aplicativos que adquirimos nas lojas das plataformas e dependem da internet para funcionar.
- **Clientes Desktop:** Software desenvolvido para sistemas operacionais como Windows, Linux ou MacOS – novamente, que dependam de conexão à internet para acesso aos dados e informações de interesse.
- **APIs (*application programming interface)*:** Protocolos que permitem que sistemas interajam entre si de maneira programática. Ou seja, é uma forma padronizada que o servidor oferece para que um aplicativo cliente se comunique este servidor, sem que o desenvolvedor do servidor conheça o desenvolvimento do cliente.

Cada uma dessas formas possui sua especificidade e depende dos requisitos do sistema em questão, com considerações sobre o tipo de usuário que se quer atingir e que dispositivos estes utilizarão. Tipicamente, a forma de projetar e programar cada tipo de cliente depende da plataforma onde deve operar. Além destas abordagens específicas de plataforma, existem também tecnologias de desenvolvimento multiplataforma que permitem criar um único código-fonte que pode ser utilizado em diferentes tipos de dispositivos clientes e sistemas operacionais (como Android, iOS, Windows, macOS e Linux), assim como na web. Isto otimiza o processo

de desenvolvimento e reduz a complexidade de manutenção e atingindo, potencialmente, um maior público.

Para o desenvolvimento de qualquer tipo de aplicação digital, outros conceitos relevantes, além das próprias linguagens de programação, são as *bibliotecas* e *frameworks*[2]. Estes são, em resumo, conjuntos de códigos reutilizáveis para padronizar e facilitar a programação, através da disponibilização de funções de software que são altamente replicadas, de modo que o programador não tenha a necessidade de recriar todos os elementos básicos para cada aplicação desenvolvida.

Em resumo, as aplicações que utilizamos diariamente e dependem da internet para seu funcionamento quase sempre utilizam esta arquitetura: um aplicativo no dispositivo do usuário envia requisições para um servidor remoto, o qual avalia os dados enviados e as credenciais do cliente, consulta o sistema de banco de dados e retorna a resposta desejada. Exemplos práticos incluem as páginas dos bancos, redes sociais e lojas na internet. A arquitetura está resumida de forma visual na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura cliente-servidor.



Fonte: Poletti et al, 2015.

3.3 Interface gráfica de usuário

A interface gráfica de usuário (GUI – *graphical user interface*) é um componente que facilita a interação entre usuários e dispositivos digitais por meio de elementos visuais, como

[2] O termo *framework* se traduz como “arcabouço”, porém a palavra em português não é utilizada no meio.

ícones, janelas, botões e menus. No modelo exposto acima, esta interface faz parte do cliente. Sua função principal é simplificar a navegação e a execução de tarefas, substituindo comandos de texto por interações intuitivas às pessoas. A GUI revolucionou a computação ao tornar os sistemas mais acessíveis e compreensíveis para usuários não técnicos (Norman, 2013).

Nesse sentido, o design de interface de usuário (UI – *user interface*) é responsável por criar as superfícies visuais que conectam usuários a sistemas digitais. Ele harmoniza estética e funcionalidade para garantir uma interação eficiente e agradável (Carvalho, 2015). Complementarmente, a experiência de usuário (UX – *user experience*) refere-se à qualidade global das interações entre o usuário e um produto ou serviço digital. Abrange aspectos como usabilidade, atratividade visual e eficiência, buscando proporcionar uma navegação intuitiva e satisfatória (Favanello, Wolff & Ribeiro, 2016). O design centrado no usuário é fundamental para desenvolver soluções bem-sucedidas, com UI e UX trabalhando em conjunto para criar interfaces que sejam tanto intuitivas quanto valiosas para o usuário.

A ergonomia no meio digital, por sua vez, é uma disciplina que estuda a interação entre pessoas e sistemas, visando otimizar conforto, segurança e eficiência (Iida, 1990). No contexto digital, sua aplicação ao design de interfaces e dispositivos busca reduzir erros e aprimorar a experiência do usuário, contribuindo também para a prevenção de problemas de saúde relacionados ao uso prolongado de tecnologias.

As linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento de UI (também chamado *frontend*), como HTML e JavaScript, são empregadas para construir interfaces visuais e interativas em aplicativos e sites. Elas permitem que os desenvolvedores criem experiências responsivas e acessíveis, garantindo a interação intuitiva com os sistemas (Scotti, 2019). A escolha da linguagem impacta diretamente a usabilidade e a estética do produto, embora com conhecimento adequado seja possível implementar praticamente qualquer projeto gráfico em diversas linguagens. Estas linguagens citadas são utilizadas principalmente em clientes do tipo navegador web; no entanto, também há uma grande quantidade de linguagens e ferramentas disponíveis para cada plataforma ou sistema operacional, no caso de clientes móveis ou desktop.

Além das abordagens tradicionais, o campo do desenvolvimento de interfaces – da mesma forma como citado sobre o desenvolvimento de aplicações cliente como um todo – tem visto o surgimento e a consolidação de tecnologias multiplataforma, neste caso favorecendo também a coesão da experiência visual e ergonômica.

3.4 Metodologias ágeis

Para o desenvolvimento de todos esses tipos de sistema, as metodologias ágeis têm se destacado, promovendo flexibilidade, colaboração e ciclos iterativos curtos. Segundo *Prikladnicki* (2014) e *Vieira* (2017), o uso dessas metodologias permite responder rapidamente às mudanças de requisitos, melhorando a comunicação entre equipes e *stakeholders* – usuários e demais interessados.

Estas metodologias surgiram em contraponto ao método tradicional de engenharia de software, chamado de "cascata". Esta abordagem, derivada da engenharia tradicional, gerava documentos de projeto a partir de requisitos; estes documentos, por sua vez, eram usados como guia para a programação. No entanto, estas permitiam pouco aprendizado durante o desenvolvimento, entregando produtos mais engessados, com pouca oportunidade de mudanças a pedido do cliente durante a fase de desenvolvimento (Mishra & Alzoubi, 2023).

Entre as práticas ágeis mais conhecidas estão o Scrum, com sua organização em *sprints* e papéis bem definidos (como *Product Owner* e *Scrum Master*), e o *Kanban*, técnica industrial japonesa que enfatiza a visualização do fluxo de trabalho e a limitação de tarefas em andamento. Essas metodologias alinham-se às demandas de projetos modernos, em que a adaptação contínua é crucial para o sucesso. Outro conceito fundamental para a compreensão desta forma de trabalho é o *produto mínimo viável* (MVP – *minimum viable product*), conforme definido por *Ries & Euchner* (2013). Este consiste na versão mais reduzida de um produto com apenas as funcionalidades essenciais necessárias para testar as funções planejadas junto a usuários reais, para então coletar feedback iterativo que será utilizado no refinamento do produto.

Em resumo, as metodologias ágeis são adequadas para a geração de pequenos produtos, os quais são entregues rapidamente e recebem avaliações dos usuários para guiar a continuidade do desenvolvimento. A Figura 2 ajuda a compreender o conceito.

Figura 2 - Diagrama do fluxo de desenvolvimento de software usando metodologia ágil.



Fonte: o autor.

3.5 *Benchmarking*

Embora, durante a realização deste trabalho, não se tenha encontrado aplicação ou recurso igual ao proposto aqui, existem abordagens que buscam resultados similares. Considera-se que o seu conhecimento seja do interesse dos leitores deste texto para fins de comparação. Entre elas, destacam-se:

- *Dermatlas*, de Richard Usatine, MD (disponível em https://derm.salundo.com): página web com proposta bastante similar ao proposto aqui, disponibiliza imagens da extensa prática clínica do autor, somadas a exemplos de livros-texto. A principal característica que aproxima esta página do que foi aqui idealizado é o modelo de dados utilizado, com marcação de lesões elementares, formas e colorações em cada imagem, permitindo a busca de exemplos por cada uma destas características, além das hipóteses diagnósticas de cada imagem de lesão. Ainda em desenvolvimento, na data da disponibilização deste texto, conta com apenas 100 imagens. Não permite colaboração, ou seja, todas as imagens são de responsabilidade do doutor Usatine e sua equipe, baseados no Texas, Estados Unidos da América. Conteúdo em inglês.
- *Dermatology Atlas*, do Dr. Samuel Freire da Silva (disponível em www.atlasdermatologico.com.br): extensa coleção de imagens em constante atualização, é uma excelente fonte de consulta a imagens de lesão para treinamento,

com mais de 12 mil imagens. Porém, somente permite navegação pela hipótese diagnóstica das imagens, não havendo descrição das lesões elementares ou outras metainformações. Permite a colaboração através de contato com o autor, disponível na página. Apesar de ser uma fonte brasileira, todo o site está em inglês.

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste projeto será estruturado com base em uma abordagem de ciclo de vida iterativo e incremental, inspirada em metodologias ágeis alinhadas à literatura atual de tecnologia e inovação (Prikladnicki, 2014). Além disto, é uma forma de trabalho adequada ao desenvolvimento do produto por uma única pessoa. Essa escolha visou proporcionar flexibilidade para adaptações e melhorias contínuas, garantindo que o produto atenda efetivamente às necessidades dos usuários. A metodologia abrangeu desde a pesquisa de tecnologias e concepção da arquitetura do sistema até o design da interface, implementação e entrega do produto inicial.

4.1 Planejamento e definição de requisitos

Para o desenvolvimento de um produto digital, é necessário inicialmente levantar as necessidades dos usuários-alvo, considerando a perspectiva de profissionais de saúde e professores, com foco na utilização por estudantes de Medicina. Esse levantamento será realizado por meio de pesquisa bibliográfica, páginas na internet, análise de referenciais existentes e *benchmarks* de mercado.

Estes requisitos podem ser separados em requisitos *funcionais* e *não-funcionais*. Requisitos funcionais são aqueles que definem funções a serem realizadas a pedido do usuário, como por exemplo, editar metainformações da imagem ou pesquisar por imagens de lesões a partir de uma hipótese diagnóstica. Já os requisitos não-funcionais são aqueles que são características basais do sistema, como ter desempenho adequado (sem travamentos), ser executado em uma determinada plataforma ou até mesmo a semiótica do produto, ou seja, qual linguagem visual este apresentará para lidar com seu público.

4.2 Pesquisa tecnológica e definição da arquitetura

Uma vez definidos os requisitos, se passará à etapa de pesquisa e seleção das tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento do sistema. Esta etapa pode ocorrer juntamente à definição de requisitos e, a depender do resultado, ambas podem se realimentar.

Para a seleção das tecnologias utilizadas serão aplicados os seguintes critérios, nesta ordem:

- Tecnologias gratuitas, preferencialmente software livre;
- Tecnologias com ampla aceitação de mercado;
- Tecnologias com muito tempo de desenvolvimento.

Estes critérios reduzem a chance de abandono das tecnologias eleitas durante a criação ou manutenção do produto desenvolvido, pois tecnologias de desenvolvimento de aplicações digitais surgem e são abandonadas com relativamente alta frequência. Além disso, tecnologias gratuitas e de ampla aceitação tendem a possuir maior quantidade de material de aprendizado disponível. A gratuidade também é pertinente em um momento de prototipagem inicial sem aporte financeiro.

Serão avaliadas soluções para o *backend* (servidor, linguagem de programação e banco de dados) e para o *frontend* (aplicativo e/ou página web). Para o *backend*, serão consideradas pilhas tecnológicas consolidadas, robustas e de baixo (ou nenhum) custo. Para o *frontend*, a análise se concentrará em *frameworks* de desenvolvimento multiplataforma, os quais simplificam o desenvolvimento ao permitir a compilação de um único código-fonte para aplicações *Web*, *Mobile* (Android/iOS) e *Desktop*.

Em concomitância com esta fase, será definida a arquitetura do sistema, que se propõe ser do tipo cliente-servidor, conforme definido na seção 3.2.

Durante o processo de escolha e avaliação das tecnologias, serão implantadas versão de avaliação e teste em máquina local, de modo a reduzir custos e agilizar o desenvolvimento. Assim que possível, será realizada a implantação da versão de testes online, a fim de testar a compatibilidade das tecnologias escolhidas com hospedagem de sites disponíveis no mercado a valores acessíveis.

4.3 Projeto e implementação da interface do usuário

Após a definição da arquitetura, escolha das tecnologias e com os requisitos em mente, o foco se voltará para o design da interface gráfica. Este processo será desmembrado nas seguintes etapas:

- Geração de esquetes de elementos: ao avaliar aplicativos de sucesso e plataformas educacionais, será possível definir elementos simples e atrativos para um uso bem-sucedido da aplicação, guiado pelos requisitos levantados.

- Desenvolvimento de protótipos: nesta etapa, os protótipos de tela e navegação já serão desenvolvidos através de código-fonte, de modo a reduzir a complexidade do trabalho como um todo.
- Refinamento do design visual: através de sucessivos testes, serão realizados ajustes visuais e de comportamento da aplicação.

4.4 Desenvolvimento da lógica da aplicação

Para o correto funcionamento das funções planejadas, além de botões, campos de texto e imagens, deve haver uma lógica por trás de cada comando. Parte desta lógica será executada no cliente e parte no servidor. É a partir desta etapa que são gerados os programas utilizáveis. Para uma analogia, pode-se pensar que o projeto da interface é como a arquitetura de um imóvel, enquanto o desenvolvimento é a sua construção de fato. Quanto ao banco de dados, serão definidos os tipos de dados que serão armazenados e qual a relação entre eles, conforme o modelo escolhido (relacional ou *big data*).

4.5 Validação e avaliação

A validação do sistema ocorrerá de forma contínua e iterativa. Para tal, propõe-se a aplicação de dois métodos complementares:

- **Avaliação pessoal:** o próprio desenvolvedor realizará testes funcionais e de integração contínuos para a identificação e correção de falhas (*bugs*).
- **Avaliação guiada com usuários:** os protótipos e as versões preliminares da aplicação serão submetidos a testes com usuários representativos do público-alvo. Suas interações serão observadas e será coletado feedback qualitativo para nortear os ajustes necessários no design e nas funcionalidades.

Apesar de pontuados aqui como uma sequência, todos os passos aqui explicados são desenvolvidos em ciclos, conforme as metodologias ágeis. Dados e *insights* obtidos em cada ciclo de validação retroalimentarão o processo de desenvolvimento, promovendo o refinamento contínuo do sistema até que os objetivos do projeto sejam atingidos.

Cabe ressaltar também que produtos digitais de sucesso não ficam “prontos”; na verdade, eles melhoram incrementalmente a cada ciclo de desenvolvimento, sempre com base em necessidades reais dos usuários e adoção de funcionalidades que façam a diferença.

Portanto, espera-se que o produto a ser entregue no escopo deste trabalho seja simples, porém funcional e realizável. Planeja-se disponibilizar o produto para usuários qualificados, os quais darão retorno sobre funcionalidades e propostas de melhorias, mantendo-se em seu ciclo de vida incremental por tempo indefinido.

5. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos através da execução da metodologia delineada na seção 4. O foco reside nas decisões técnicas fundamentadas e da materialização do sistema proposto em um Produto Mínimo Viável (MVP) funcional.

5.1 Levantamento de requisitos

O desenvolvimento foi guiado por um levantamento detalhado de requisitos, garantindo que o sistema oferecesse as funcionalidades essenciais para o gerenciamento e acesso às imagens. Entre os requisitos funcionais definidos, destacam-se:

- **Registro e autenticação de usuário**: um usuário interessado em colaborar com a inserção e categorização de imagens no banco de dados pode criar um registro com e-mail e senha.
- **Gerenciamento de imagens:** usuários autenticados podem cadastrar novas imagens de lesões dermatológicas, associando os metadados relacionados.
- **Aprovação de imagens:** usuários autorizados (e.g. dermatologistas) podem aprovar imagens e metadados submetidos por outros usuários sem a mesma permissão. Isto vem no sentido de reforçar a qualidade e integridade do banco de dados. Para controle dos usuários com este papel, aqueles que desejem assumi-lo devem entrar em contato com o desenvolvedor.
- **Atualização de imagens:** capacidade de alterar imagens e seus metadados, conforme necessário. Pode ser realizada pelo usuário que cadastrou a imagem ou por um aprovador. Requer autenticação, portanto.
- **Pesquisa de imagens de lesões:** função mais básica do aplicativo, permite que usuários, mesmo sem registro, busquem imagens por diversos critérios.
- **Navegação e exibição:** Funcionalidade para navegar e visualizar imagens com todos os seus metadados.

Os requisitos não-funcionais considerados para este MVP foram disponibilidade, usabilidade, compatibilidade com diversas plataformas e performance. Outro requisito não-funcional que guiou o desenvolvimento deste produto foi o de ludicidade, com o objetivo de

criar uma interface amigável e com linguagem textual e visual mais simples possível, em contraponto ao rigor científico.

5.2 Pesquisa e escolha tecnológica

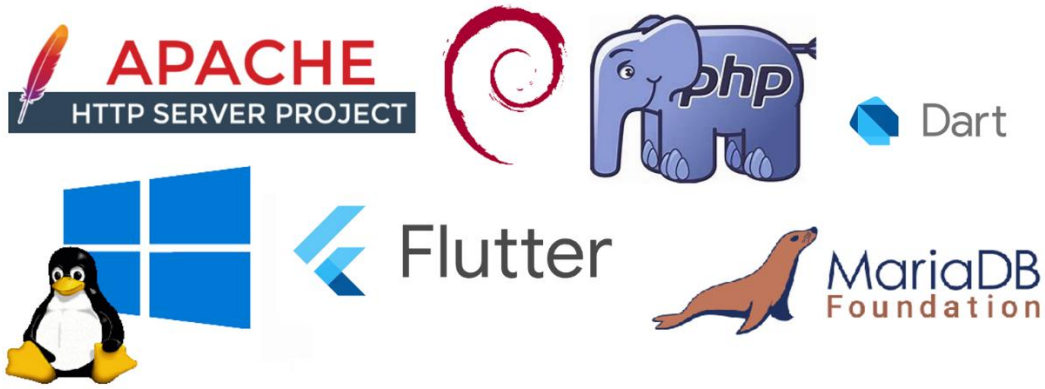
A pesquisa tecnológica foi fundamental para selecionar as ferramentas mais adequadas, priorizando soluções de baixo custo, de código aberto e com ampla aceitação no mercado. Para o *backend*, a escolha recaiu sobre:

- **Sistema de gerenciamento de banco de dados: MySQL/MariaDB**, devido à sua robustez, gratuidade, suporte à linguagem SQL e ampla compatibilidade com serviços de hospedagem de baixo custo.
- **Servidor web HTTP: Apache**, reconhecido por sua adoção global, documentação vasta e estabilidade, assim como disponibilidade em serviços de hospedagem de baixo custo.
- **Linguagem de programação (Servidor): PHP**, pela sua integração nativa com Apache e MySQL/MariaDB, maturidade, vasta disponibilidade de recursos de aprendizado da linguagem e acessibilidade.

Para o *frontend*, foi adotado o framework **Google Flutter** em conjunto com a linguagem **Dart**. Essa escolha foi justificada pela sua natureza multiplataforma, que permite o desenvolvimento de um único código-fonte para a criação de aplicações nativas para ambientes móveis (Android e iOS) e desktop (Windows, Linux e MacOS), além da web, através da exportação para JavaScript. A criação do código usando Flutter/Dart contempla tanto a lógica quanto a interface gráfica do aplicativo. Essa capacidade de desenvolvimento unificado otimiza significativamente o processo, reduz tempo e garante que a aplicação seja acessível em uma ampla gama de dispositivos e ambientes, eliminando a necessidade de desenvolver e manter múltiplas versões do sistema. Apesar de relativamente novo, o framework Flutter recebeu grande adoção da comunidade internacional, incluindo grandes empresas. Somado à sua gratuidade, foi adequado ante os critérios estabelecidos.

O ambiente de teste utilizado em máquina local foi o *Windows Subsystem for Linux 2* (WSL 2), executando a distribuição *Linux Debian*. Para o serviço de hospedagem on-line, foi escolhida a empresa Hostgator, de Florianópolis – SC, devido ao custo, desempenho e oferta das tecnologias escolhidas. A Figura 3 apresenta as logomarcas das tecnologias utilizadas.

Figura 3 - Tecnologias eleitas para o desenvolvimento da solução.



Fonte: Bing imagens.

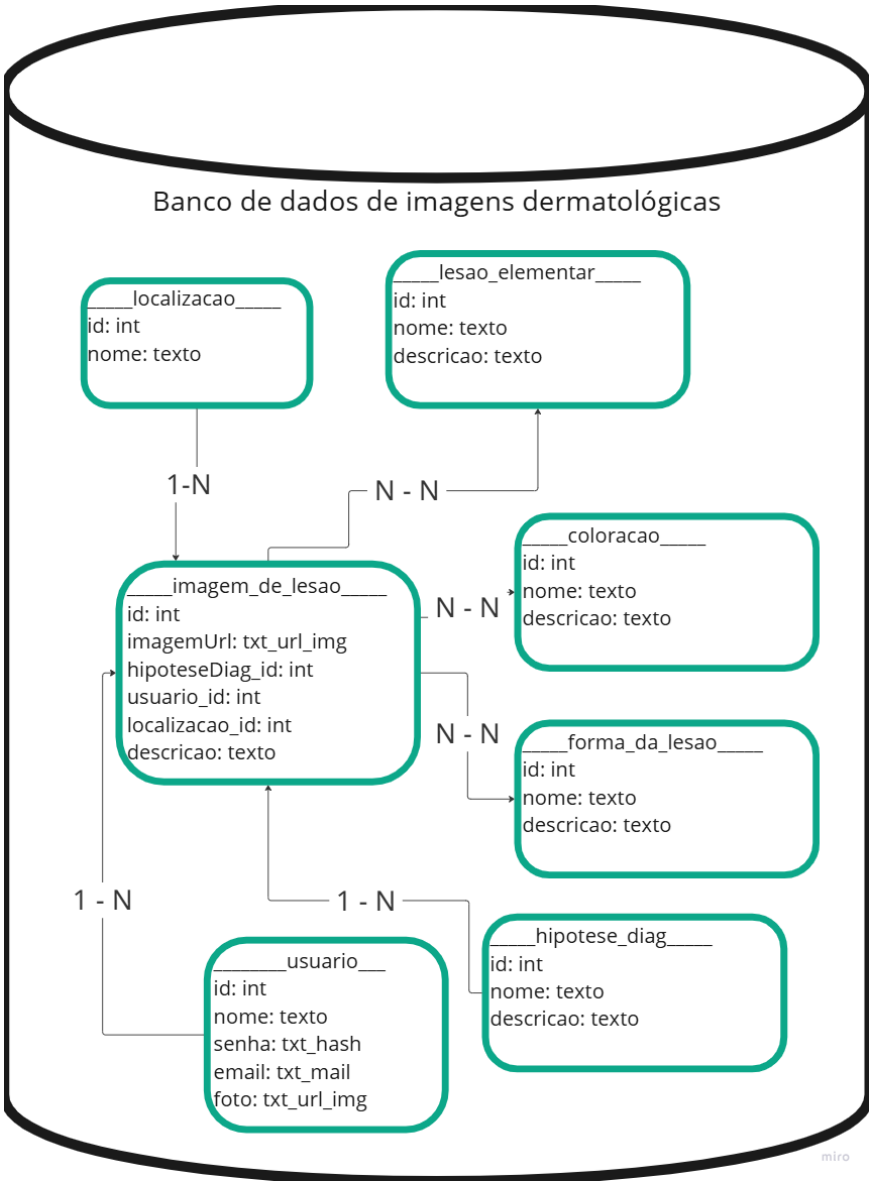
5.3 Implementação, design e funcionalidades lógicas do MVP

Aqui são apresentadas as funcionalidades do produto desenvolvido. Apesar de envolver trabalho de banco de dados, software de servidor, lógica e design do cliente, algumas informações serão expostas de forma resumida, de modo a minimizar a redundância, sem prejuízo do entendimento. Isto se deve ao fato de que todos estes módulos têm relação íntima e quase unívoca entre si, desde a definição do modelo do banco de dados até a interface de usuário.

Para o armazenamento das imagens de lesão no servidor, o banco de dados foi projetado com um modelo relacional que permite associar imagens a múltiplos metadados. Neste projeto, cada imagem está associada a um único usuário que a cadastrou, tem uma única localização e única hipótese diagnóstica (relações 1-N). Os metadados do tipo N-N aplicados nesta versão inicial do produto são “lesão elementar”, “forma” e “coloração”. A Figura 4 apresenta um diagrama simplificado do banco de dados.

O software do servidor (*backend*), desenvolvido em linguagem PHP usando o servidor web Apache, recebe os comandos do aplicativo (*frontend*) e realiza as funções de acessar o SGBD, gerenciar o acesso do usuário, inserir, editar e pesquisar os dados contidos no banco, conforme projeto definido.

Figura 4 - Diagrama do banco de dados de imagens de lesões dermatológicas.



Fonte: o autor. Feito em *miro.com.*

Na parte da aplicação cliente, as decisões de design foram tomadas com base no estilo atual de aplicações móveis (abordagem "*mobile-first*"), de modo a promover familiaridade para o usuário, pois os dispositivos móveis são a principal plataforma de escolha dos estudantes na américa latina (Ortiz-Prado et al, 2024). A simplicidade dos elementos e uso de cores foram baseadas em uma abordagem lúdica e minimalista. A seguir, são apresentadas as principais funcionalidades desenvolvidas.

5.3.1 Cadastro de usuário, login (autenticação) e logout

Implementação de um sistema de autenticação para gerenciamento de sessões de usuário, permitindo acesso diferenciado às funcionalidades do sistema – nesta primeira versão, a capacidade de cadastrar imagens. Usuários que ainda não possuem cadastro podem fazê-lo na mesma tela (Figura 5 (a)).

5.3.2 Cadastro de imagens

Esta funcionalidade permite que usuários registrados adicionem novas imagens de lesões dermatológicas ao sistema (Figura 5 (b)). Estas imagens podem ser obtidas do próprio aparelho móvel ou definidas através de um endereço na internet (um “link” para a imagem), o que facilita o uso em computadores. Além da imagem em si, o usuário deve associar detalhadamente seus metadados, selecionando valores dentro de listas predefinidas para:

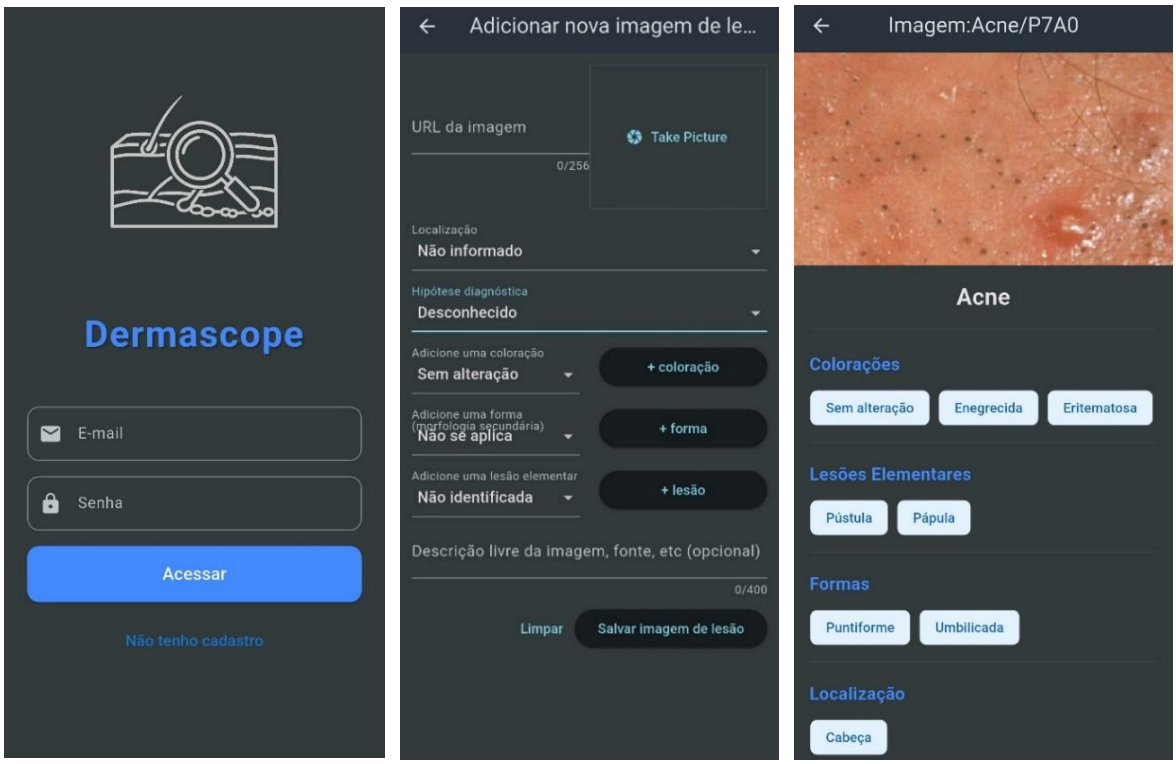
- Lesão elementar (e.g. mácula, pápula, vesícula): campo obrigatório, cada imagem deve possuir pelo menos uma lesão elementar, podendo ser mais de uma. Caso o usuário desconheça e mesmo assim queira submeter a imagem, pode escolher o campo “não identificada” para que, posteriormente, um usuário aprovador a classifique corretamente.
- Forma (ou morfologia secundária; e.g. anular, linear, numular): também permite múltiplas escolhas, inclusive o valor genérico “não se aplica”.
- Coloração (e.g. eritematosa, acastanhada, violácea): permite múltiplas escolhas, entre elas o valor “sem alteração”.
- Localização (e.g. face, tronco, braço): obrigatório, permite escolha única, podendo ser “não identificado”.
- Hipótese diagnóstica (e.g. dermatite de contato, psoríase, melanoma): também obrigatório, mesmo que desconhecida.
- Descrição: apesar de não ser o foco projetado, o usuário pode usar este campo de forma livre, seja para dar mais detalhes clínicos da imagem ou citar a fonte de onde a retirou. A ideia é que a descrição propriamente dita da lesão seja dada pelo conjunto dos outros valores.

Um botão de "Submeter" envia a imagem e os metadados para o banco de dados, e o usuário retorna à tela de navegação.

5.3.3 Exibição de Detalhes da Imagem

Ao selecionar uma imagem, o sistema exibe a imagem ampliada juntamente com todos os seus metadados detalhados (lesões elementares, formas, localização e hipótese diagnóstica). Um botão de retorno permite voltar à tela anterior (Figura 5 (c)).

Figura 5 - Da esquerda para a direita, tela de login (a), de cadastro de imagem de lesão (b) e de visualização de detalhes da imagem já cadastrada (c).



(a) (b) (c)

Fonte: aplicativo desenvolvido pelo autor.

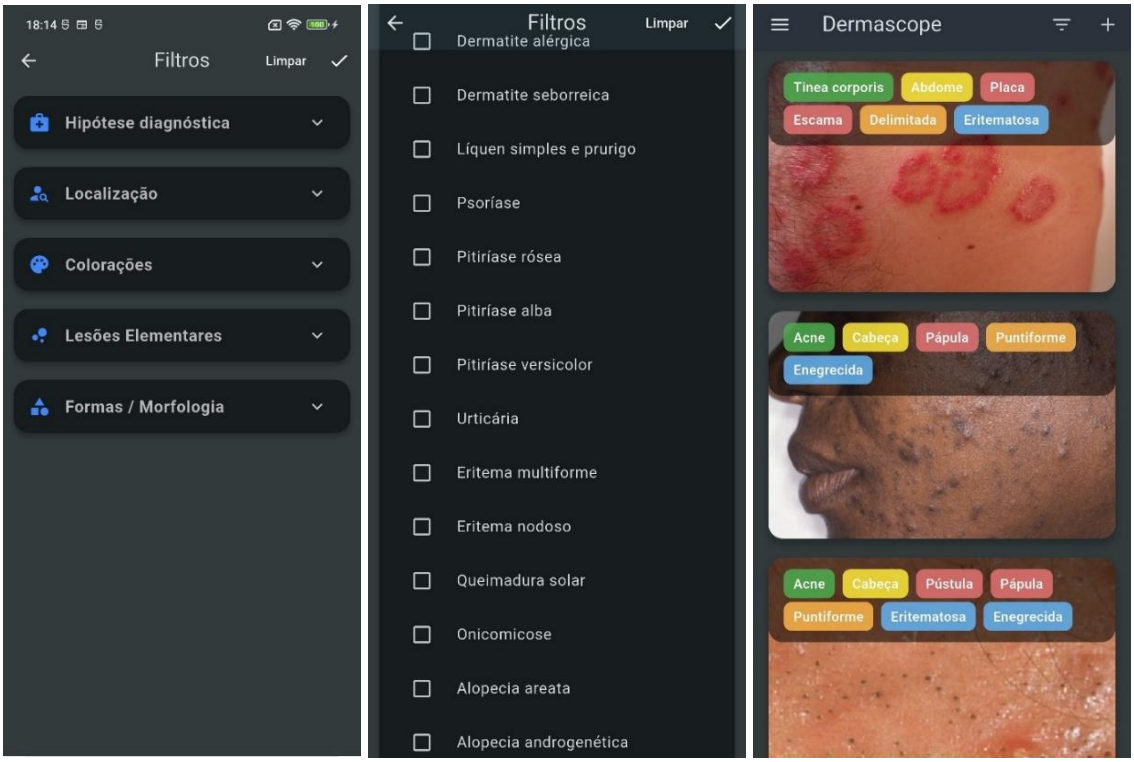
5.3.4 Pesquisa (filtros) e navegação

A interface de pesquisa, acessível tanto a usuários registrados quanto a visitantes, permite aplicar através de filtros combinados a partir dos metadados das imagens (os mesmos do cadastro, exceto “descrição” – Figura 6 (a)). Ao selecionar uma categoria de metadado, o usuário pode escolher quais valores deseja buscar (Figura 6 (b)).

O sistema apresenta então os resultados da busca em um carrossel de imagens, deslizado verticalmente. Para um maior apelo visual e facilitação da identificação, cada tipo de metadado, quando apresentado sobre a imagem da lesão no carrossel, possui uma cor de fundo distintiva:

as lesões elementares têm fundo vermelho; as formas (morfologia secundária) têm fundo laranja; a coloração tem fundo azul; o diagnóstico tem fundo verde; e a localização tem fundo amarelo (Figura 6 (c)). Se não houver uma busca (seleção de filtros) ativa, todas as imagens disponíveis são exibidas. O usuário pode navegar pelas imagens resultantes da busca deslizando-as e, ao clicar em uma imagem, é direcionado para a tela de detalhes.

Figura 6 - Da esquerda para a direita, tela de seleção de filtros (a), tela de seleção de filtros com a opção de hipótese diagnóstica selecionada (b) e carrossel de imagens de lesão como resultado da aplicação dos filtros (c).



(a) (b) (c)

Fonte: aplicativo desenvolvido pelo autor.

O aplicativo gerado foi testado com sucesso em ambientes **Android**, **Windows** e **Web.**

6. DISCUSSÃO

Esta seção reflete criticamente sobre os resultados apresentados, contextualizando-os frente aos objetivos propostos e às implicações para a educação em Dermatologia, reconhecendo também as limitações do trabalho.

6.1 Cumprimento dos objetivos

Os resultados demonstram que todos os objetivos específicos foram alcançados: foi conduzida uma pesquisa tecnológica que resultou em uma arquitetura robusta, foi implementado um sistema funcional, com aplicações cliente e servidor, cumprindo as funcionalidades essenciais identificadas e foram incorporados metadados estruturados para catalogação de imagens dermatológicas.

O design gráfico desenvolvido para a aplicação, com seu estilo *mobile-first*, carrossel vertical intuitivo, sistema de filtragem avançado com múltiplas opções e a distinção visual dos metadados por cores, não apenas atende aos requisitos funcionais do projeto, mas também proporciona uma experiência de usuário eficiente, simplificada e agradável, com estilo pouco formal, de modo a ser atraente a um público em início de formação médica.

A capacidade de documentação e filtragem avançada por diagnóstico, lesão elementar, morfologia secundária (forma), coloração e localização é crucial para o aprendizado e a identificação de padrões em Dermatologia. Isto diferencia este produto da maioria dos atlas dermatológicos encontrados na internet, os quais se baseiam, em sua maioria, apenas em hipótese diagnóstica.

6.2 Avanços alcançados

O sistema oferece funcionalidades que representam a possibilidade de uma solução efetiva aos problemas identificados na introdução. Mais do que apenas um aplicativo funcional,

o presente trabalho estabeleceu um ecossistema para a geração de um conjunto de dados dermatológicos estruturado e semanticamente rico.

Cada imagem armazenada, enriquecida por metadados padronizados (lesão elementar, forma, coloração), representa um dado de alto valor. A interface permite que usuários cataloguem imagens e metadados de forma estruturada e intuitiva. Ao permitir que o estudante pesquise, filtre e compare lesões com base nestes metadados, a ferramenta incentiva que o aluno transite do simples reconhecimento de imagens para um raciocínio semiótico mais profundo, onde ele aprende a decompor uma apresentação clínica em suas características fundamentais (forma, cor, lesão elementar), uma competência essencial para o diagnóstico diferencial. A abordagem multiplataforma garante que a ferramenta possa ser acessada tanto em dispositivos móveis (durante atividades clínicas) quanto em computadores, aumentando o potencial de adoção por diferentes tipos de usuários.

A separação em cliente e servidor – apresentados na seção 5.3 como algo unificado para simplificar o entendimento –, permite que outras aplicações e serviços possam acessar este banco de dados, potencialmente expandindo-o.

6.3 Limitações Reconhecidas

Reconhecem-se limitações importantes na execução deste trabalho:

- Ausência de validação com especialistas: embora o sistema tenha sido desenvolvido considerando os requisitos identificados, ele não foi submetido ainda a uma validação formal com dermatologistas ou professores de Medicina. Tal validação será essencial para confirmar se a estrutura de metadados (categorização de lesões elementares, formas, colorações, localização, diagnóstico e seus valores) é adequada ao uso clínico e pedagógico. O feedback de especialistas resultará em refinamentos nas categorias e inclusão de novas dimensões de análise, além de novas funcionalidades.
- Natureza dinâmica da categorização: as categorias de metadados foram concebidas como um sistema fixo, com valores padrão pré-inseridos no banco de dados. Isso requer a intervenção do desenvolvedor para adicionar novos valores (e.g. uma hipótese diagnóstica que não está disponível no aplicativo). Em etapas futuras, o aplicativo deverá contemplar mecanismos que permitam a definição de novos valores das

categorias por usuários aprovadores, sem necessidade de intervenção de um programador.

- Funcionalidade de aprovação de imagens e metainformações não implementada: embora o projeto preveja um mecanismo de aprovação de imagens submetidas por usuários, não foi implementado ainda na interface de usuário esta funcionalidade. Será criada no próximo ciclo de desenvolvimento.

6.4 Perspectivas Futuras

Esta entrega é um passo inicial. Espera-se um desenvolvimento contínuo do aplicativo e do servidor com banco de dados, principalmente após a adoção de usuários reais que possam contribuir com cadastro de imagens de qualidade e sugestões de melhorias. Conforme a base de dados crescer e a experiência clínica acumular-se, ajustes e melhorias emergirão naturalmente, transformando o sistema em uma ferramenta cada vez mais robusta e adequada às necessidades pedagógicas. Esta perspectiva será reforçada pela criação de um projeto de pesquisa de coleta e classificação de imagens, o que atrairá alunos de graduação a contribuírem com o projeto.

À medida em que dados de qualidade forem cadastradas no sistema, este poderá ser usado como fonte para outros trabalhos, como pesquisas em saúde e educação médica, o que pode incluir a análise de padrões epidemiológicos, a correlação de características morfológicas com diagnósticos e, futuramente, o treinamento de algoritmos de visão computacional para auxílio diagnóstico (CAD – *computer aided diagnosis*). Naturalmente não se espera que seja uma ferramenta utilizada para o diagnóstico primário ou para substituir o julgamento clínico de um profissional qualificado. A intenção é oferecer um recurso de apoio educacional e de documentação para o acompanhamento de lesões. É fundamental que o estudante se engaje neste processo, busque validação por outras fontes e assim aprimore a sua capacidade semiótica dermatológica durante a sua formação.

Este sistema pode ser utilizado em metodologias ativas de ensino e aprendizagem em diversos cenários. Por exemplo, em sessões de *Aprendizagem Baseada em Problemas* (PBL – *problem based learning*), onde os alunos recebem um caso clínico e devem utilizar o banco de dados para pesquisar e comparar lesões compatíveis. Em um modelo de *Sala de Aula Invertida*,

os estudantes podem ser instruídos a explorar determinadas categorias de lesões na plataforma antes da aula, chegando ao encontro síncrono com um repertório visual prévio para discussões mais aprofundadas. A funcionalidade de busca e a riqueza de metadados transformam o aluno de um receptor passivo de informação em um investigador ativo que constrói seu conhecimento ao explorar, comparar e analisar dados clínicos reais de forma estruturada.

Sobre a expansão planejada das funcionalidades do sistema neste contexto educacional, serão incorporados mecanismos lúdicos, como funções do tipo *gamificação*. Uma forma de realizar isto é um modo onde o aluno recebe uma coleção de imagens e deve adivinhar a hipótese diagnóstica para cada uma, ou responder quais lesões elementares, formas e colorações estão presentes.

7. CONCLUSÃO

Conforme a metodologia estipulada e as etapas de desenvolvimento, a implementação da versão preliminar do sistema de gerenciamento e banco de dados de lesões dermatológicas foi concluída com sucesso. O trabalho realizado resultou na entrega de um Produto Mínimo Viável que atende aos requisitos funcionais e não-funcionais estabelecidos. Mais do que um produto, este trabalho propôs um método para a catalogação estruturada de imagens dermatológicas, materializado nesta ferramenta multiplataforma.

O sistema apresentado aborda um problema real identificado na literatura: a carência de recursos visuais estruturados e acessíveis para treinamento em semiótica dermatológica. A possibilidade de centralizar, catalogar e buscar imagens de forma estruturada representa um passo simples, porém fundamental e significativo ao avanço do conhecimento visual em Dermatologia e oferece uma abordagem viável para transformar imagens clínicas dispersas em um ativo pedagógico valioso. Será a fundação para futuras pesquisas acadêmicas e desenvolvimento de novas ferramentas educacionais.

É fundamental ressaltar que, embora não se trate de um produto “pronto”, os entregáveis e as lições aprendidas neste trabalho são a espinha dorsal sobre a qual as futuras etapas da idealização original se apoiarão, garantindo que a visão de longo prazo de fornecer uma ferramenta educacional de alta qualidade seja alcançada com eficiência e robustez.

REFERÊNCIAS

Adelekun, A.; Onyekaba, G.; Lipoff, J. B. **Skin color in dermatology textbooks: An updated evaluation and analysis**. Journal of the American Academy of Dermatology, v. 84, n. 1, p. 194-196, 2021.

Batista, Gustavo Enrique de Almeida Prado Alves. **Pré-processamento de dados em aprendizado de máquina supervisionado**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, University of São Paulo, São Carlos, 2003. doi:10.11606/T.55.2003.tde-06102003-160219. Acesso em: 2024-04-03.

Belda, W.; Criado, P.R; Chiacchio, N. D. **Tratado de Dermatologia**. 4. ed: Editora Atheneu, 2023. 3304 p.

Carvalho, L. O. **Design de interfaces digitais com ênfase em protótipos**. Caruaru: 2015. 77f., il.

Chen, M., Mao, S. & Liu, Y. **Big data: a survey**. *Mobile Netw Appl* **19**, 171–209 (2014). https://doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0.

Codd, Edgar F. **A Relational model of data for large shared data banks**. Communications of the ACM, v. 13, n. 6, p. 377-387, jun. 1970.

Ebede, T.; Papier, A. **A lack of diversity in dermatology educational resources**. Journal of the American Academy of Dermatology, v. 54, n. 4, p. 733, 2006.

Favanello, I. M., Wolff, F. & Ribeiro, V. G. **Uma revisão sistemática da produção bibliográfica sobre experiência do usuário no campo do design**. In: Ergodesign & HCI, n.esp., vol. 4, a. 4, ISNN2317-8876. Rio de Janeiro, Brasil. 2016.

Gomes, T. M.; Moura, A. T. M. S. de; Aguiar, A. C. de. **Dermatologia na atenção primária: um desafio para a formação e prática médica.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 36, n. 1, p. 125–128, mar. 2012.

Gomes Silva, E. et al. **Fragilidades dos graduandos de medicina e médicos da atenção primária na condução de afecções dermatológicas**. Peer Review, v. 5, n. 12, p. 50–69, 13 jun. 2023.

Horiuchi, Renata. **Base de dados de fotos clínicas de lesões hipercrômicas de pele com diagnóstico anatomopatológico.** 2022. Monografia (Especialista em Dermatologia) – UFPR, Curitiba.

Iida, I. **Ergonomia - Projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blücher, 1990. 465 p.

Mishra, A., Alzoubi, Y.I. **Structured software development versus agile software development: a comparative analysis**. *Int J Syst Assur Eng Manag* **14**, 1504–1522 (2023). https://doi.org/10.1007/s13198-023-01958-5 .

Norman, D. A. **Design of Everyday Things: Revised and Expanded**. New York: Basic Books. 2013.

Ortiz-Prado, E. et al. **Exploring smartphone use and its applicability in academic training of medical students in Latin America: a multicenter cross-sectional study**. BMC Medical Education, v. 24, 2024.

Poletti, Martin; Legal-Ayala, Horacio; Facon, Jacques; Barua, Claudio; Vazquez Noguera, Jose. (2015). **Educational web tool for digital image processing**. 10.1109/CLEI.2015.7359470.

Prikladnicki, Rafael; Willi, Renato; Milani, Fabiano. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Bookman Editora, 2014.

Reigada, C. L. DE L.; Martins, L. T.; Lavinas, I. P. M. **Atenção primária à saúde, diagnóstico precoce das doenças dermatológicas e seu impacto social**. Revista Saber Digital, v. 11, n. 2, p. 71–84, 28 dez. 2018.

Ries, Eric; Euchner, Jim. **What large companies can learn from start-ups**. Research-Technology Management, v. 56, n. 4, p. 12-16, 2013.BARCELOS, R. M. F. M. et al.

Scotti, G. **Análise comparativa de front-ends de frameworks baseados em JavaScript**. Monografia de Final de Curso: Especialista em Informática. UFMG. Belo Horizonte, 2019.

Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. - **Database System Concepts** (6ª edição). McGraw-Hill. ISBN-13**:** 978-0073523323, jan. 2010.

Sociedade Brasileira de Dermatologia. **Perfil nosológico das consultas dermatológicas no Brasil**. An Bras Dermatol 2006;81(6):549-58.

Van Steen, M. & Tanenbaum, A. S. **Distributed Systems.** 4th ed., Disponível em www.distributed-systems.net. (2023).

Vieira, G. L. S.; Antoniolli, P.; Argoud, A. R. T. T. **Estimativas de custo e de tempo durante a seleção do fornecedor de um sistema de informação para área jurídica: um estudo de caso comparando abordagens tradicionais e ágeis de projeto no Brasil**. Iberoamerican Journal of Project Management, v. 8, n. 1, p. 20-48, 2017.

W3Techs**. Usage statistics of PHP for websites.** Disponível em: https://w3techs.com/technologies/details/pl-php. Acesso em: 3 dez. 2025.