

X-Ray Covid19: Um Aplicativo Móvel para Diagnóstico através de Radiografias do Tórax

Michael Martins, Diego Kreutz, Fábio Basso, Silvio E. Quincozes

¹Curso de Engenharia de Software (ES)
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Software (PPGES)
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

michaelmartins096@gmail.com

{diegokreutz, fabiopbasso, silvioquincozes}@unipampa.edu.br

Resumo. Durante a pandemia de COVID-19 em 2020, diversas organizações desenvolveram sistemas para auxiliar na detecção do vírus. A plataforma PredictCovid foi criada com o objetivo de apoiar profissionais de saúde na triagem e identificação de casos de COVID-19 por meio da análise de raios-x, utilizando tecnologias de Inteligência Artificial (IA). Com o intuito de aprimorar essa solução, desenvolvemos o aplicativo X-Ray Covid19, utilizando Flutter, Firebase e TensorFlow Lite, proporcionando uma experiência mais prática e acessível. A avaliação de usabilidade, baseada nas 10 heurísticas de Nielsen, indicou uma boa experiência do usuário, com destaque para a visibilidade do sistema e o design simples. Além disso, o aplicativo tem se mostrado um avanço importante no suporte aos profissionais de saúde durante a pandemia.

Abstract. During the COVID-19 pandemic in 2020, various organizations developed systems to aid in virus detection. The PredictCovid platform was created to support healthcare professionals in the screening and identification of COVID-19 cases through x-ray analysis, utilizing Artificial Intelligence (AI) technologies. To enhance this solution, we developed the X-Ray Covid19 app using Flutter, Firebase, and TensorFlow Lite, offering a more practical and accessible experience. The usability evaluation, based on Nielsen's 10 heuristics, indicated a good user experience, highlighting system visibility and simple design. Additionally, the app has proven to be an important advancement in supporting healthcare professionals during the pandemic.

1. Introdução

Durante a pandemia de COVID-19 em 2020, diversas organizações desenvolveram sistemas para auxiliar na detecção do vírus. A plataforma PredictCovid foi criada com o objetivo de apoiar profissionais de saúde na triagem e identificação de casos de COVID-19 por meio da análise de radiografias, utilizando tecnologias de Inteligência Artificial (IA). Iniciativas como o App Marie¹ e o RadVid19² adotaram essa

¹App Marie - Desenvolvido pela FFCLRP/USP4

²RadVid19 - Desenvolvido pela InovaHC5

estratégia, aproveitando a facilidade de acesso a bancos de imagens de radiografias e o desempenho superior dos algoritmos de IA na análise de *pixels* em busca de padrões característicos da COVID-19 [Siqueira, 2020].

O PredictCovid é um exemplo de esforço voluntário cujo principal objetivo é aplicar IA para auxiliar profissionais de saúde na triagem de pacientes com suspeita de COVID-19. A plataforma foi projetada para ser utilizada por médicos e especialistas em unidades de saúde. Por meio de uma aplicação *web*, os usuários, após o cadastro, podem realizar análises de imagens de radiografias torácicas e obter relatórios com os resultados, auxiliando na tomada de decisão. De acordo com [Soares et al., 2020], testes realizados com um banco de 3 mil imagens obtiveram uma precisão de 95% a 98% nos resultados. O uso da ferramenta concentrou-se na região central e na fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul. Até 4 de dezembro de 2020, mais de 118 usuários haviam utilizado a plataforma, realizando um total de 797 predições [Soares et al., 2020].

Como ilustrado na Figura 1, a arquitetura do PredictCovid é composta por três camadas principais: a interface de usuário (*frontend*), a fila de processamento de dados, e o processamento das análises com o uso de algoritmos de IA.

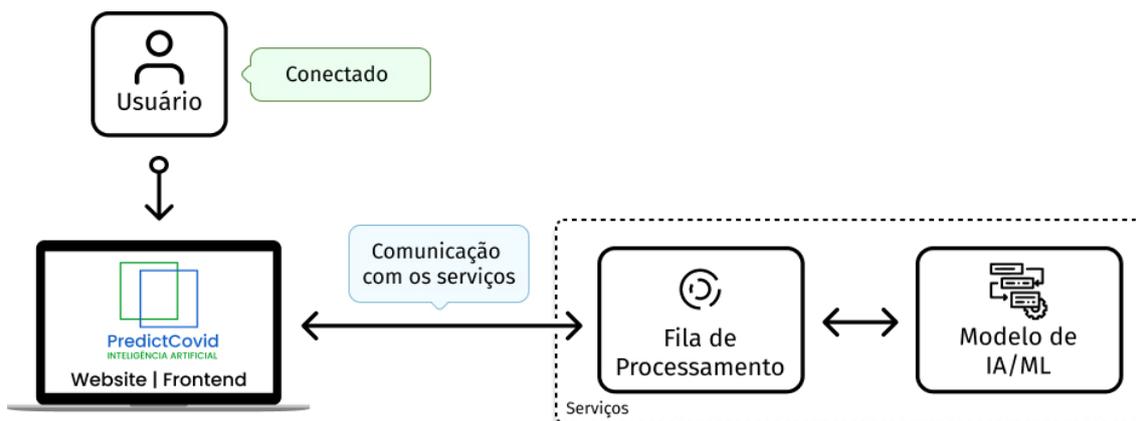


Figura 1. Arquitetura centralizada atual do PredictCovid

A camada de *frontend* é responsável por exibir a interface de usuário, permitindo a interação e comunicação com os demais serviços. As informações transitadas a partir das ações do usuário passam pela fila de processamento, onde as solicitações de análise são organizadas em ordem de envio. Por fim, a camada de processamento recupera as solicitações da fila, analisa as imagens, classifica os resultados e retorna o relatório para o *frontend*, onde o usuário pode visualizar os resultados. Essa separação de responsabilidades facilita a escalabilidade e a segurança, pois os serviços são distribuídos em diferentes servidores, reduzindo a dependência de recursos centralizados.

No entanto, a plataforma PredictCovid enfrenta diversos desafios, incluindo escalabilidade, segurança, privacidade e usabilidade. O sistema é mantido por uma empresa que voluntariamente disponibiliza três servidores com recursos limitados (e.g., memória e CPU). Para atender a um grande número de unidades de saúde, a plataforma precisa ser autoescalável, o que é um desafio devido à limitação de

recursos financeiros e computacionais. O PredictCovid pode encontrar dificuldades para escalar sua solução, pois atualmente utiliza uma infraestrutura que requer melhorias e custos adicionais para suportar um aumento na demanda.

Além disso, o sistema enfrenta desafios relacionados à segurança cibernética. Como o PredictCovid está online, ele é vulnerável a ataques que podem comprometer a integridade dos dados e o funcionamento do sistema. É crucial adotar mecanismos de autenticação (e.g., login/senha, CAPTCHA, 2FA) para proteger a privacidade do usuário e garantir a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), especialmente no que se refere à coleta e armazenamento de dados sensíveis [Machado, 2019] [Quincozes et al., 2022] [Quincozes et al., 2023].

Um problema identificado é o armazenamento temporário de imagens no servidor durante o processamento com IA. Mesmo que as imagens sejam removidas após o processamento, elas podem ser vulneráveis a ataques enquanto trafegam entre o usuário e o servidor. Para mitigar esse risco, é necessário implementar estratégias para anonimizar dados sensíveis contidos nas imagens.

A usabilidade é outro desafio importante, dado o uso da plataforma por diversos tipos de usuários, dispositivos e sistemas operacionais. Um problema identificado no PredictCovid é o processo manual de carregamento de imagens. Muitos usuários precisam salvar as radiografias em seus dispositivos locais para então fazer o *upload* na plataforma, o que gera dificuldades operacionais. Para resolver esse problema, seria benéfico implementar suporte ao compartilhamento direto de dados de outras aplicações, como sistemas PACS.

Com base nesses desafios, desenvolvemos o aplicativo X-Ray Covid19, uma solução descentralizada com serviços integrados diretamente no *smartphone* do usuário, mitigando muitas das limitações encontradas na plataforma PredictCovid. A solução foi implementada utilizando uma combinação de tecnologias como *Flutter*, *Firebase*, e *TensorFlow Lite (TFLite)*³, integradas em uma arquitetura modular com boas práticas de programação. A escolha dessas tecnologias permitiu um desenvolvimento otimizado para as plataformas Android e iOS, além de garantir uma eficiente utilização de recursos de *Machine Learning* em dispositivos móveis.

Este trabalho contribui para a área da saúde ao propor uma solução móvel que equilibra escalabilidade, segurança, privacidade e usabilidade. O X-Ray Covid19 é um exemplo de como os desafios de embarcar o uso de IA em dispositivos móveis podem ser superados para auxiliar na triagem médica. A análise de usabilidade fornece *insights* importantes para futuras soluções, destacando a importância da experiência do usuário aliada às funcionalidades técnicas.

2. Trabalhos relacionados

Existem diversas ferramentas de auxílio ao diagnóstico de COVID-19, conforme resumido na Tabela 1. A maioria dessas soluções utiliza aprendizado de máquina e depende de aplicações externas para análise. Um aspecto crucial a ser observado é a classificação de segurança das plataformas, que varia entre A+ (excepcional), A (forte), B (boa), C (fraca), D (ruim), F (falha), e T (confiança). Essas classi-

³<https://www.tensorflow.org/lite>

ficações são baseadas em critérios como a robustez da criptografia, vulnerabilidades identificadas e as configurações gerais de segurança do sistema. Esses fatores refletem a capacidade da aplicação em proteger dados sensíveis e resistir a ataques cibernéticos⁴.

Nome	Plataforma	Roda ML?	Não depende de aplicações externas	Classificação da Segurança
PredictCovid	Web	✓	✓	B
Virufy	Web/App	✓	✓	B
COVID AI	App	✓	✓	A
COVID-19 Sounds	App	×	✓	B
XraySetu	Bot App	✓	×	B
Vaani Mitr	Web/App	✓	✓	B
radvid19	Web	✓	✓	T
Entelai Pic Covid-19	Web	✓	✓	B

Tabela 1. Aplicações para combate e auxílio na triagem e diagnóstico de COVID-19

Existem diversas ferramentas de auxílio ao diagnóstico de COVID-19 que utilizam principalmente algoritmos de Inteligência Artificial (*IA*) e *Machine Learning* (*ML*) para analisar radiografias ou sons de tosse, com o objetivo de ajudar profissionais de saúde na triagem de casos suspeitos. Dentre elas, a COVID-19 Sounds é a única que ainda não utiliza *IA/ML* diretamente, concentrando-se inicialmente na coleta de dados para futuros modelos.

Outro ponto relevante a ser considerado é a dependência de aplicativos externos. O XraySetu, por exemplo, opera via WhatsApp, exigindo o uso de uma plataforma de mensagens para processar e entregar os resultados, enquanto outras ferramentas oferecem uma experiência mais independente.

A segurança das soluções é um aspecto crítico. Testes com o SSL Labs⁵ indicaram que, embora a maioria das ferramentas utilize protocolos *Transport Layer Security* (TLS) [Dierks and Rescorla, 2008] seguros, apenas o COVID AI suporta a versão mais recente do TLS (1.3), considerada a mais robusta em termos de proteção contra ataques cibernéticos. Ferramentas como RadVid19 ainda apresentam problemas de segurança devido ao uso de certificados expirados.

Além da segurança, a usabilidade e escalabilidade também foram analisadas. Aplicações como PredictCovid e Virufy, por exemplo, passaram por testes de usabilidade, proporcionando uma experiência de usuário mais satisfatória. Em contraste, ferramentas como COVID AI enfrentam desafios no design e na navegação, necessitando de melhorias nesses aspectos.

A escalabilidade é outro fator importante. Algumas soluções são limitadas por infraestrutura própria, enquanto outras, como Virufy e COVID AI, se beneficiam de arquiteturas distribuídas ou serviços de nuvem, permitindo maior capacidade de expansão conforme a demanda aumenta.

Por fim, a privacidade dos dados é abordada. A maioria das ferramentas não

⁴<https://blog.diogomonica.com/2015/12/29/from-double-f-to-double-a/>

⁵<https://www.ssllabs.com/ssltest>

armazena informações sensíveis dos usuários, embora algumas ainda transmitam dados como imagens de radiografias, o que pode representar um risco de segurança caso haja interceptações durante a comunicação com os servidores.

Essas análises são essenciais para avaliar a eficácia, segurança e adequação dessas ferramentas no contexto atual de uso.

3. Solução Proposta

A solução proposta é o aplicativo X-Ray Covid19, que foi desenvolvido com uma arquitetura inovadora que integra todos os recursos e serviços diretamente no dispositivo do usuário. Essa abordagem assegura que as funcionalidades estejam sempre disponíveis, reduzindo o tempo de resposta e aumentando a segurança e a privacidade, já que evita o armazenamento de dados sensíveis em servidores externos.

3.1. Arquitetura

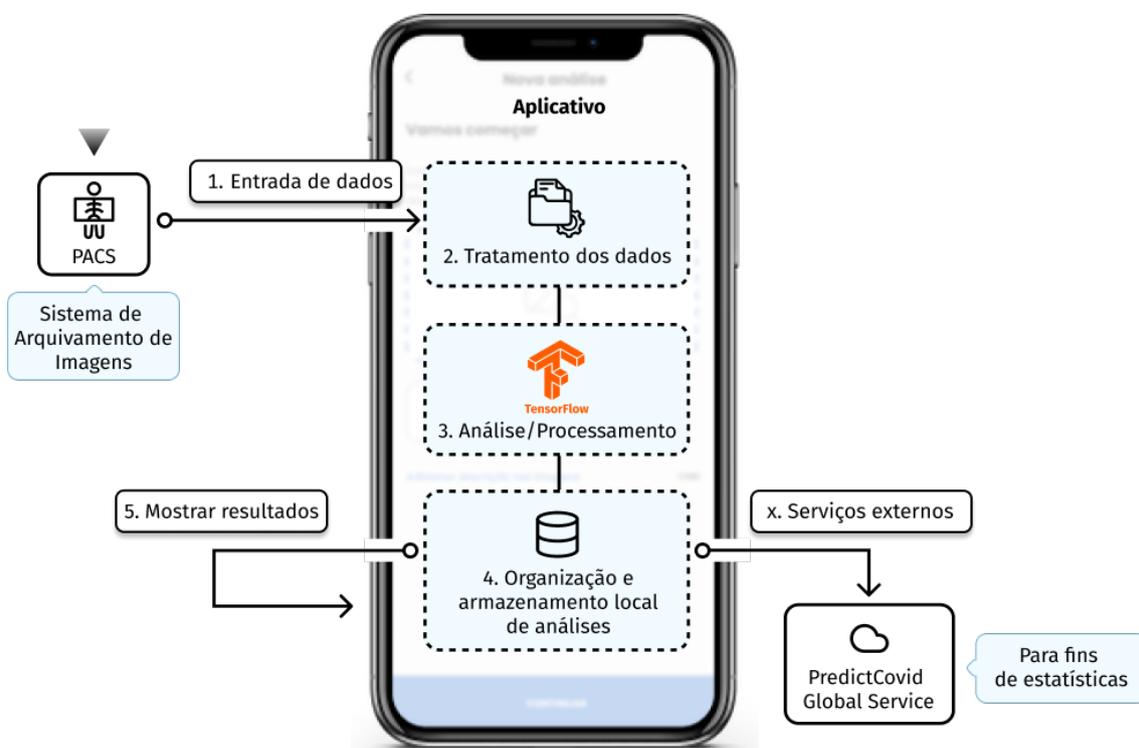


Figura 2. Arquitetura da aplicação

A arquitetura proposta integra todos os recursos e serviços diretamente no dispositivo do usuário, com o objetivo de garantir funcionalidades sempre disponíveis, menor tempo de resposta e maior segurança e privacidade. Isso elimina a necessidade de armazenar dados sensíveis em servidores externos. Um serviço externo será acionado apenas para registrar informações estatísticas sobre o número de análises realizadas. Embora a solução proposta foque na identificação de COVID-19, a arquitetura é genérica e pode ser utilizada para detectar a incidência de outras doenças.

O processo começa com a **Entrada de dados**, onde o usuário carrega imagens diretamente da câmera, galeria ou de aplicativos de arquivamento de imagens

que trabalham com formato Picture Archiving and Communication System (PACS) [Huang, 2019]. Isso facilita a usabilidade, permitindo o envio rápido e eficiente de dados externos para o aplicativo.

Em seguida, ocorre o **Tratamento de dados**, que valida as informações fornecidas para garantir que estejam prontas para o processamento pelo modelo de *machine learning* (ML), evitando a entrada de dados inválidos ou inconsistentes.

O **Processamento dos dados** é realizado localmente pelo modelo de ML embutido no dispositivo, sem a necessidade de serviços externos. Isso proporciona análises rápidas, seguras e garante a integridade do sistema.

Após a análise, os resultados são organizados e armazenados localmente, criando um histórico acessível ao usuário. Por fim, os resultados são exibidos ao usuário, que pode utilizá-los para tomar decisões. Eventualmente, dados estatísticos das análises são enviados para o Firebase do X-Ray Covid19.

3.2. Requisitos Funcionais (RF)

Os seguintes Requisitos Funcionais foram identificados para a aplicação: **RF01: Realizar análises** - O usuário deve ter acesso aos recursos necessários para anexar e analisar imagens de entrada, permitindo a realização de análises de maneira rápida e eficiente. **RF02: Consultar histórico de análises** - O usuário deve poder acessar o histórico completo de todas as análises já realizadas, organizadas de forma clara e acessível. **RF03: Carregar imagens** - O usuário deve conseguir carregar imagens tanto da câmera quanto da galeria do dispositivo, além de poder importar imagens de aplicativos externos, oferecendo flexibilidade na obtenção de dados. **RF04: Analisar imagens** - O usuário deve ser capaz de processar as imagens carregadas para gerar resultados precisos. **RF05: Exportar imagens** - O usuário deve poder exportar os resultados de uma análise existente no histórico, seja para arquivamento ou compartilhamento. **RF06: Autenticação por impressão digital ou facial** - O usuário deve ter a opção de autenticar-se utilizando métodos biométricos, como impressão digital ou reconhecimento facial, para garantir uma experiência de login mais segura e prática.

3.3. Requisitos Não-Funcionais (RNF)

No aplicativo proposto, foram identificados alguns requisitos não funcionais que abrangem confiabilidade, segurança, usabilidade e desempenho, conforme segue: **RNF01 Nome** - Disponibilidade da aplicação, *Categoria* - Confiabilidade, *Descrição* - O sistema deve garantir alta disponibilidade, funcionando continuamente por 24 horas sem interrupções. **RNF02 Nome** - Armazenamento seguro, *Categoria* - Segurança, *Descrição* - O sistema deve assegurar a segurança e integridade do histórico armazenado localmente no dispositivo, protegendo os dados contra acessos indevidos. **RNF03 Nome** - Entrada externa, *Categoria* - Usabilidade, *Descrição* - O sistema deve possibilitar o carregamento de dados de fontes externas, como outras aplicações, garantindo facilidade de uso e integração. **RNF04 Nome** - Tempo de resposta, *Categoria* - Desempenho, *Descrição* - O sistema deve garantir alta performance no processamento e análise de radiografias diretamente no dispositivo do usuário, minimizando o tempo de resposta para otimizar a experiência do usuário.

3.4. Implementação

A implementação da solução foi estruturada com foco em eficiência e escalabilidade, utilizando uma combinação de tecnologias modernas. O Flutter foi selecionado como *framework* de desenvolvimento devido à sua capacidade de criar interfaces de usuário intuitivas e responsivas para múltiplas plataformas a partir de um único código-base. Isso garantiu uma experiência consistente tanto em dispositivos Android quanto iOS, otimizando o desenvolvimento e a manutenção. Além disso, o Firebase foi integrado para gerenciar dados analíticos das imagens de radiografias, como o número de exames e resultados, permitindo a geração de estatísticas de uso sem comprometer a privacidade do usuário, visto que os dados sensíveis permanecem no dispositivo.

Um dos pontos críticos da implementação foi a incorporação do modelo de *machine learning* utilizando o TensorFlow Lite (TFLite). O modelo original, no formato `.h5`, foi convertido para `.tflite`, garantindo sua otimização para execução em dispositivos móveis. Essa adaptação permitiu que o processamento das radiografias fosse realizado diretamente no dispositivo do usuário, eliminando a necessidade de servidores externos para a análise. Além de reduzir significativamente o tempo de resposta do aplicativo, essa abordagem aumentou a segurança, pois os dados médicos permanecem no dispositivo, sem a necessidade de transferência para ambientes externos.

A arquitetura modular do projeto foi construída com base nos princípios da *Clean Architecture*, que separa claramente as camadas de interface, lógica de negócios e acesso a dados [Martin, 2017]. Essa organização promoveu flexibilidade, facilitando futuras atualizações e manutenções, além de melhorar a testabilidade do sistema. As interações do usuário com a interface disparam casos de uso específicos, que processam as regras de negócios e interagem com os repositórios de dados. Esses repositórios gerenciam a comunicação com fontes de dados internas e externas, criando uma solução robusta e escalável.

Essa abordagem arquitetural, combinada com a escolha de tecnologias modernas, não só garantiu o cumprimento dos requisitos funcionais, como também estabeleceu uma base sólida para a evolução contínua do projeto. Isso permitirá a adaptação da solução a novas demandas e desafios no campo da análise de dados de saúde utilizando inteligência artificial.

4. Avaliação

A avaliação da solução proposta é uma etapa essencial para entender a eficiência, usabilidade e a satisfação dos usuários em relação ao aplicativo X-Ray Covid19. Utilizando-se de métodos estruturados, baseados nas 10 heurísticas de Nielsen, foi possível obter uma visão abrangente sobre a experiência do usuário. A diversidade de perfis entre os participantes permitiu uma análise melhor e representativa, capaz de guiar melhorias futuras.

4.1. Metodologia de avaliação

A metodologia utilizada para a avaliação do aplicativo X-Ray Covid19 envolveu a participação de oito usuários de diferentes áreas de estudo e atuação. Esses participantes não tinham contato prévio com soluções de análise de Covid-19, o que

proporcionou uma perspectiva imparcial e diversificada. O processo foi dividido em duas etapas principais:

1. **Preparação:** Os participantes tiveram acesso a um repositório de arquivos contendo recursos necessários para os testes. Isso incluiu um conjunto de imagens de radiografias, um tutorial detalhado sobre o uso do aplicativo e o binário do aplicativo em formato *.apk* para instalação em dispositivos Android.
2. **Testes Práticos:** Os usuários realizaram testes práticos com o aplicativo, seguindo as instruções do tutorial fornecido. Após a conclusão, foram convidados a preencher um formulário de avaliação baseado nas 10 heurísticas de usabilidade de Nielsen, que serviu como a base para a análise dos resultados.

4.2. Resultados e discussão

Os resultados da avaliação forneceram importantes *insights* sobre a usabilidade do aplicativo. De modo geral, os participantes avaliaram a solução de forma bastante positiva, como mostrado na Tabela 2. Alguns dos principais pontos observados incluem:

Heurística de Nielsen	Muito Insatisfatório %	Insatisfatório %	Neutro %	Satisfatório %	Muito Satisfatório %
Visibilidade do status do sistema	0	0	0	12,5	87,5
Relação entre o sistema e o mundo real	0	0	12,5	25	62,5
Controle e liberdade do usuário	0	0	12,5	12,5	75
Consistência e padrões	0	0	0	37,5	62,5
Prevenção de erros	0	0	0	37,5	62,5
Reconhecimento em vez de recordação	0	0	0	12,5	87,5
Flexibilidade e eficiência de uso	0	0	0	25	75
Estética e design minimalista	0	0	0	12,5	87,5
Ajuda os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros	0	0	37,5	12,5	50
Ajuda e documentação	0	0	12,5	25	62,5

Tabela 2. Avaliação de usabilidade com base nas 10 heurísticas de Nielsen.

- **Visibilidade do Status do Sistema:** A maioria dos participantes (87,5%) demonstrou alta satisfação, indicando que o aplicativo comunica eficazmente o status de suas operações. Isso é crucial para manter o usuário bem informado durante o uso.
- **Relação entre o Sistema e o Mundo Real:** 87,5% dos participantes se sentiram confortáveis com a linguagem e as metáforas utilizadas no aplicativo, apontando que a interface foi bem alinhada às expectativas dos usuários.
- **Flexibilidade e Eficiência de Uso:** A solução se destacou nesse critério, com 75% dos participantes indicando que os atalhos e métodos de navegação facilitaram o uso contínuo do aplicativo, principalmente para usuários mais experientes.

- Estética e Design Minimalista: A interface minimalista foi muito apreciada, com 87,5% dos usuários relatando que a simplicidade do design contribuiu positivamente para a experiência de uso, evitando a sobrecarga de informações.

Apesar dos *feedbacks* predominantemente positivos, alguns aspectos indicaram oportunidades de melhoria, como a ajuda a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros. Com 50% dos participantes relatando uma experiência apenas satisfatória ou neutra nesse quesito, há espaço para refinar as mensagens de erro e as instruções para desfazer ações equivocadas.

Além disso, ajuda e documentação foi uma área que, embora bem recebida pela maioria, ainda apresentou uma porcentagem significativa de usuários que sugeriram melhorias, destacando a necessidade de ampliar a acessibilidade e clareza das informações fornecidas.

No geral, a avaliação identificou que o aplicativo X-Ray Covid19 atende bem às expectativas de usabilidade, mas também revelou áreas críticas para ajustes, que podem melhorar ainda mais a experiência do usuário e a confiança no sistema.

5. Considerações Finais

Este projeto trouxe contribuições significativas para a área da saúde digital, com ênfase na criação de uma solução móvel que equilibra escalabilidade, segurança, privacidade e usabilidade. O desenvolvimento do aplicativo X-Ray Covid19, utilizando tecnologias como o *TensorFlow Lite*, mostrou como o processamento eficiente de *machine learning* pode ser integrado diretamente em dispositivos móveis. A solução proposta não apenas oferece uma análise rápida e segura de radiografias para a detecção de Covid-19, mas também prioriza a experiência do usuário, um fator essencial para o sucesso de qualquer aplicação voltada ao público.

A implementação prática do aplicativo foi acompanhada por uma avaliação de usabilidade baseada nas 10 heurísticas de Nielsen, que permitiu identificar pontos fortes e áreas para melhorias. O *feedback* dos participantes apontou que a solução proporciona uma navegação intuitiva e um controle eficaz, elementos cruciais para o sucesso de uma aplicação de saúde digital. No entanto, também foram identificadas oportunidades de melhoria, principalmente na comunicação de erros, uma questão fundamental para otimizar a usabilidade e a satisfação dos usuários. Tais sugestões serão incorporadas em versões futuras, com o objetivo de aprimorar ainda mais a experiência.

O projeto destacou a importância de uma arquitetura modular e centrada no usuário, que não apenas garante a implementação de funcionalidades técnicas avançadas, mas também oferece uma experiência fluida e agradável. Isso demonstra como soluções tecnológicas podem ser ao mesmo tempo eficientes e fáceis de usar, mesmo para usuários sem familiaridade com ferramentas de *machine learning* ou análise de radiografias.

Olhando para o futuro, há uma grande oportunidade de transformar o X-Ray Covid19 em um *framework* adaptável para outros desafios no setor de saúde. O aprimoramento contínuo do modelo de inteligência artificial, buscando aumentar a precisão e inovação na capacidade de diagnóstico, é uma direção promissora. Além

disso, a criação de uma plataforma web para prever surtos de doenças, como a Covid-19, utilizando modelos de *machine learning*, representaria uma contribuição valiosa para a sociedade.

Por fim, com base nos *feedbacks* recebidos, já estão em andamento ações futuras, como melhorias na interface do usuário, aprimoramento no fluxo de autenticação biométrica e maior clareza na exibição de erros. Testes de desempenho e segurança também serão realizados para garantir a robustez da solução. Essas iniciativas reafirmam o compromisso com a inovação contínua e com a entrega de uma solução que não apenas atenda às necessidades dos profissionais de saúde, mas também ofereça uma experiência segura e eficiente para todos os usuários.

Agradecimentos

A pesquisa contou com apoio parcial da CAPES (Código de Financiamento 001) e da FAPERGS, por meio dos editais 08/2023 e 09/2023 e do termo de outorga 24/2551-0001368-7.

Referências

- Dierks, T. and Rescorla, E. (2008). The transport layer security (tls) protocol version 1.2. RFC 5246.
- Huang, H. (2019). *PACS-based multimedia imaging informatics: Basic principles and applications*. John Wiley & Sons.
- Machado, R. B. (2019). SSPD-LGPD: uma solução para segurança e privacidade de dados no cenário da lei geral de proteção de dados. *Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso - UNIPAMPA*.
- Martin, R. C. (2017). *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*. Prentice Hall.
- Quincozes, V. E., Quincozes, S. E., Kreutz, D., B. Mansilha, R., and Kazienko, J. F. (2023). Information system for scheduling 4.0: Characterization, UX and LGPD. *iSys - Brazilian Journal of Information Systems*, 16(1):5:1 – 5:31.
- Quincozes, V. E., Quincozes, S. E., Kreutz, D., Mansilha, R. B., and Kazienko, J. F. (2022). A mobile application for on-demand scheduling of health services. In *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Information Systems, SBSI '22*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Siqueira, R. (2020). Aplicativo que analisa radiografia evolui e identifica outras doenças além da covid-19. <https://jornal.usp.br/ciencias/aplicativo-que-analisa-radiografia-evolui-e-identifica-outras-doencas-alem-da-covid-19/>.
- Soares, M. O., Kreutz, D., Cordeiro, M. M., de Andrades Lima, P., Farias, E., and Érico M. H. do Amaral (2020). Desenvolvimento da plataforma online predictcovid: desafios e experiências. *Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*.