



Desenvolvimento de sistema inteligente para identificação de riscos à saúde em voos comerciais

Development of an intelligent system to identify health risks on commercial flights

Desarrollo de un sistema inteligente para identificar los riesgos para la salud en vuelos comerciales

Roberto Lemos Meyer¹
Marcus Vinicius Ambrosini²
Juliana Silva Herbert³
Thais Russomano⁴
Rosirene Gessinger⁵

¹ Possui graduação em Informática Biomédica pela UFCSPA - 2022 e Administração pelo IPA 2012. Pós-Graduação em Engenharia de Software (2023), pela PUC-SP e em Gestão da Qualidade (2021), pela Universidade Metodista. Atualmente, está cursando mestrado profissional no PPG em Avaliação de Tecnologias para o SUS.
<https://orcid.org/0000-0001-5511-1267>
<https://lattes.cnpq.br/2686812266197732>
roberto.meyer@ghc.com.br

² Médico de Família e Comunidade (MFC). Tem formação em medicina pela UFCSPA e especialização por residência médica pelo Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) em Medicina de Família e Comunidade e em Administração em Saúde.
<https://orcid.org/0000-0002-7248-146X>
<http://lattes.cnpq.br/3642449897096597>
mendonca.mva@gmail.com

³ Possui graduação, mestrado e doutorado em Ciência da Computação, pela UFRGS. É professora e pesquisadora UFCSPA, onde atua no PPG em Tecnologias da Informação e de Gestão em Saúde e no curso de graduação em Informática Biomédica.
<https://orcid.org/0000-0002-6357-5114>
<http://lattes.cnpq.br/7180951922379856>
julianash@ufcspa.edu.br

⁴ Possui graduação pela Faculdade de Medicina pela UFPEL (1985), mestrado em Aerospace Medicine - Wright State University (1991), PhD em Space Physiology - King's College London (1998) e estágio pós-doutoral no CHAPS, King's College London (2006-2007).
<https://orcid.org/0000-0002-1633-4449>
<http://lattes.cnpq.br/2574931295133958>
trussomano@hotmail.com

⁵ Possui graduação em Medicina pela UFRGS (1988), Residência Médica em Otorrinolaringologia (1993), Especialização Medicina do Trabalho (1994) e Mestrado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2005).
<https://orcid.org/0000-0002-8786-4025>
<http://lattes.cnpq.br/5099430297454399>
rosirene.gessinger@ufcspa.edu.br

RESUMO

Transporte aéreo é a maneira mais rápida para o deslocamento em viagens. Seja pela pressão atmosférica de oxigênio, a própria tensão ou outro condicionante, tudo estressa de uma certa maneira o organismo humano, com a possibilidade de ocorrer alguma complicação de saúde em detrimento desta série de fatores, em voo. Desta maneira, desenvolveu-se uma aplicação em formato Web App, que visa a prevenção e a educação em saúde, e realizando uma avaliação de aptidão atual, a todos que desejam realizar uma viagem aérea. Os resultados da avaliação feita por grupo focal composto por profissionais da área mostraram que a aplicação tem potencial para cumprir com o objetivo de avaliar aptidão de saúde pré-voo, podendo contribuir na diminuição de eventos adversos de saúde a bordo e estimular a discussão sobre o tema na população brasileira.

Palavras-chave: transporte aéreo; medicina aeroespacial; emergência médica; aplicativo web; sistema especialista.

ABSTRACT

Air transport is the fastest way for commuting. Whether due to the atmospheric pressure of oxygen, the tension itself, or another conditioning factor, anything can stress the human organism, with the possibility of some health complication occurring to the detriment of this series of factors in flight. Thus, an application was developed in Web App format aiming at prevention and health education and conducting a fitness assessment for all who wish to travel by air. The evaluation results conducted by a focus group composed of professionals in the field showed that the application could meet the objective of evaluating pre-flight health fitness, which can contribute to reducing adverse health events on board and stimulate discussion on the topic in the Brazilian population.

Keywords: air transport; aerospace medicine; medical emergency; web app; expert system.

RESUMEN

El transporte aéreo es la forma más rápida de desplazarse durante un viaje. Ya sea la presión atmosférica de oxígeno, la propia tensión u otra condición, todo produce un cierto estrés para el cuerpo humano, dando lugar a la posibilidad de que se presenten algunas complicaciones de salud como consecuencia de esta serie de factores durante el vuelo. En función de lo anterior, se desarrolló una aplicación web que busca prevenir y educar en materia de salud, llevando a cabo una evaluación de la condición actual de todo aquel que desee realizar un viaje aéreo. Los resultados de la evaluación, realizada por un grupo focal compuesto por profesionales del área, demostraron que la aplicación tiene potencial para cumplir con el objetivo de analizar la condición de salud previa al vuelo, pudiendo contribuir a reducir problemas

de salud a bordo y estimular el debate sobre el tema entre la población brasileña.

Palabras clave: transporte aéreo; medicina aeroespacial; urgencia médica; aplicación web; sistema experto.

INTRODUÇÃO

Conforme a Sociedade Brasileira de Medicina Aeroespacial (SBMA), a influência de gases, a menor quantidade de oxigênio, a pressurização de aeronaves, entre outros fatores durante voos, fazem com que o ambiente da cabine de um avião não seja o mesmo encontrado na superfície terrestre. A Medicina Aeroespacial foi criada justamente para fornecer subsídios aos estudos de Engenharia Aeroespacial (Sociedade Brasileira de Medicina Aeroespacial, 2024).

Ocorrências de saúde em viagens de avião constituem um tema clínico e econômico de destaque na área de medicina aeroespacial. Durante uma viagem aérea, intercorrências médicas podem ocorrer aos passageiros, ocasionadas por fatores distintos como a presença de condições de saúde instáveis pela pessoa no momento da viagem, a adaptação fisiológica de cada organismo em ambientes de alta altitude (Isakov, 2020) e o tempo de duração do voo (Martin-Gill; Doyle; Yealy, 2018).

Uma revisão sistemática e metanálise publicada internacionalmente em 2021 sugere que a incidência global de emergências médicas a bordo foi de 18,2 eventos por milhão de passageiros (Nascimento *et al.*, 2021). Ainda, uma revisão da literatura internacional concluiu a proporção de emergências médicas por voo ser de uma a cada 604 voos, o que pode resultar em até 130 ocorrências médicas por milhão de passageiros por ano (Martin-Gill; Doyle; Yealy, 2018). Outros estudos estimam que 1 a cada 10.000 a 40.000 passageiros de avião irá passar por uma emergência médica a bordo na vida e que 7% a 13% dessas emergências levarão à alteração do voo (Cocks; Liew, 2007; Graf; Stüben; Pump, 2012).

Não apenas pela atração catastrófica associada à incapacidade de se fornecer suporte avançado de vida a bordo ou da aeronave estacionar imediatamente em situações graves, mas, de acordo com Bouwens *et al.* (2018), também pelos problemas individuais, coletivos e gerenciais que podem ocorrer nestas situações. Apesar de estarmos desenvolvidos quanto às tecnologias existentes, este ramo de estudo pode ser considerado relevante, pois no Brasil carecemos de pesquisas e intervenções políticas em medicina aeroespacial para estimular o desenvolvimento de tecnologias de saúde para todas as pessoas a bordo (Martin-Gill; Doyle; Yearly, 2018). Ainda conforme Martin-Gill, Doyle e Yearly (2018), a fisiologia do nosso organismo muda no ambiente aéreo e que, por conta disso e das condições limitadas a bordo, existem contra indicações de saúde para voar e ressalvas que precisam de avaliação e liberação médica antes da realização da viagem.

Conforme Bowens *et al.* (2018), diversos fatores externos e internos podem influenciar os passageiros de avião, tanto em nível do ambiente como de características individuais. Dentes os fatores extrínsecos destacam-se a temperatura, umidade, velocidade do ar, ruídos, vibrações, turbulências, luzes e odores do ambiente da aeronave. Por outro lado, os fatores intrínsecos aos passageiros passam pela questão da idade, gênero, metabolismo, condições de saúde, ansiedade, cognição, dentre outros



(Bowens *et al.* 2018).

Por todas estas condicionantes abordadas, nesta pesquisa, objetiva-se desenvolver um sistema digital inteligente de prevenção e educação continuada por qualquer pessoa que possa acessar. Além do objetivo citado, ainda se pretende detectar precocemente problemas de saúde que contraindicam as viagens aéreas e aconselhar se a pessoa deve consultar um médico antes de viajar por via aérea, prevenindo possíveis emergências médicas em um avião. Segundo Sommerville (2016), se bem projetado e difundido na academia e na sociedade, um software inteligente e intuitivo pode permitir que as pessoas conheçam melhor suas condições de saúde. Neste sentido, mostra-se possível divulgar conhecimentos sobre saúde e segurança em viagens aéreas, podendo assim reduzir o risco de emergências médicas.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de criação de uma aplicação, objetivando o aprimoramento de uma idéia e a descoberta de intuições (Sellitz *et al.*, 1967), baseada no desenvolvimento ágil para dispositivos móveis por uma equipe de profissionais da ciência da computação e especialistas na área de medicina aeroespacial.

A seguir, será apresentada a relação dos objetivos específicos do trabalho e as etapas do método, conforme Quadro 2:

Quadro 2: Relação objetivos específicos x etapas do método.

Objetivos Específicos	Etapas do Método
- Identificar e analisar meios para prevenção de ocorrências e intercorrências por problemas de saúde em voos comerciais.	Revisão de literatura
	Análise e desenvolvimento de soluções possíveis
- Desenvolver tecnologia da informação para medição de condição e aptidão de saúde pré-vôo de passageiros.	Seleção dos elementos necessários para a construção de um protótipo
	Estudo de conceitos e ferramentas que podem contribuir no desenvolvimento
	Construção do modelo conceitual
	Desenvolvimento do Protótipo
	Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD

Fonte: dos autores, 2023.

Este trabalho buscou identificar possíveis riscos à saúde no ambiente aéreo e, a partir disso, desenvolver uma aplicação em formato web para tal fim. Principalmente em voos de longa duração, onde conforme Boneli *et al.* (2019), as informações clínicas do paciente obtidas durante o pré-vo



podem se transformar em ações voltadas a prevenir possíveis complicações de saúde neste tipo de deslocamento.

Desta forma, na mesma linha de pesquisa de Boneli *et al.* (2019), percebe-se que um modelo digital de identificação de risco a bordo pode não ser suficiente para evitar emergências de saúde em voos. A partir desta análise similar a de outro autor também (Sene; Kamsu-Foguem; Rumeau, 2018), identifica-se então a reflexão que levou à motivação de adotar uma estratégia de prevenção adequada para intercorrências médicas a bordo, atuando com educação e a promoção do conhecimento em saúde aeroespacial para a população.

Foi desenvolvido então, um aplicativo com o conceito de uma SPA (em inglês “single-page application”), isto é, um aplicativo de página única, uma aplicação web ou site que consiste de uma única página web com o objetivo de fornecer uma experiência do usuário similar à de um aplicativo desktop (Flanagan, 2006). Tal aplicação visa a colaborar na educação permanente de profissionais da saúde no âmbito assistencial em relação ao uso racional de procedimentos para viagens de avião para assim, ter o maior controle perante os pacientes. Além disso, entende-se que a maioria dos usuários são pessoas que utilizam o transporte aéreo.

O App foi concebido para internet, sendo acessado na web, tanto por computadores, quanto dispositivos móveis, compatíveis com os sistemas operacionais Android e iOS, que consiste na elaboração de uma avaliação da aptidão de saúde de passageiros de voos comerciais. Médicos, enfermeiros, além de outros profissionais de saúde e os próprios viajantes, são capazes de acessar a aplicação. Após a verificação das informações atuais de saúde da pessoa, pode-se avaliar a condição atual do mesmo para a realização da viagem de avião.

Em reuniões realizadas junto à equipe de desenvolvimento deste projeto, foram definidos os principais requisitos do sistema, apresentados no Quadro 3. Os requisitos não-funcionais foram concebidos com referência à norma NBR ISO 25010 (International Organization for Standardization, 2011):

Quadro 3: Requisitos Funcionais e Não-Funcionais.

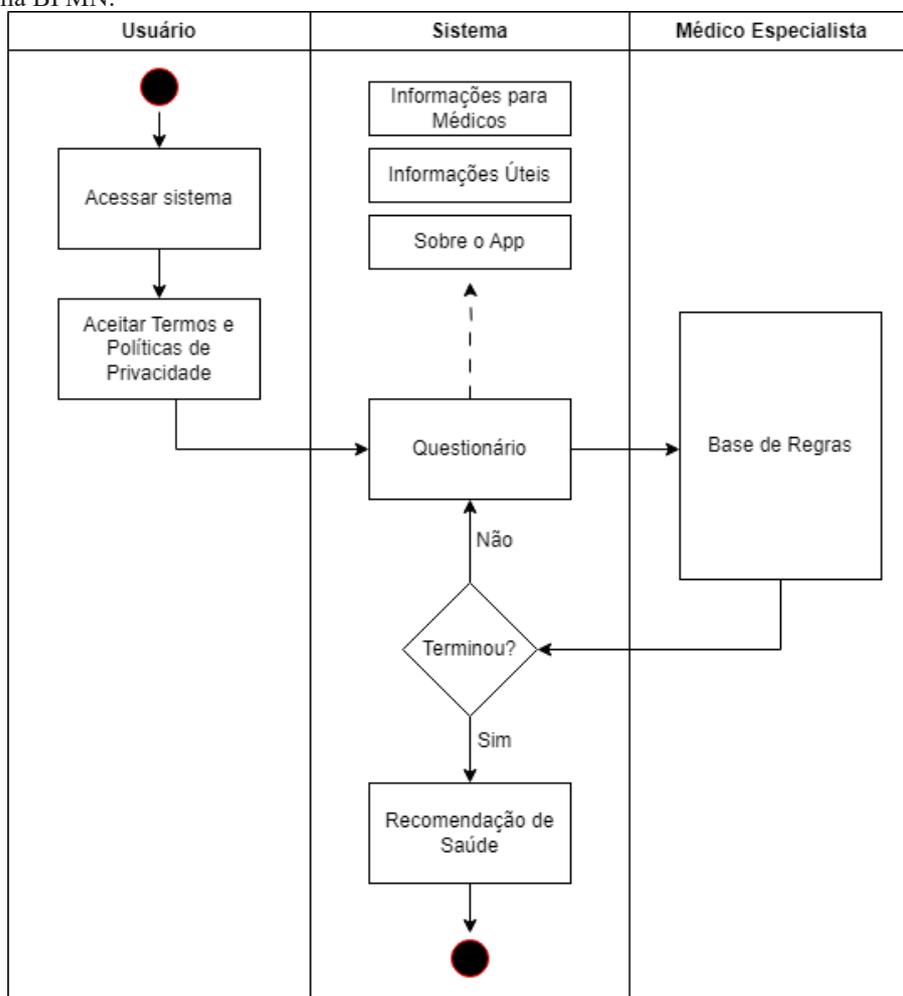
Requisitos Funcionais:
- Imprimir em pdf os encaminhamentos aos médicos
- Aceitar orientações, termos e políticas de privacidade
- Realizar questionário (Fonte: médico mestrando)
- Acessar mais informações para médicos e informações úteis
- Inserir balões explicativos nos textos
Requisitos Não-funcionais:
- Não deve haver banco de dados e registros
- Não deve haver login e autenticação
- Rodar como um Web App, sem precisar “baixar”
- Ter fácil e rápida acessibilidade



- Para o protótipo, não haverá carga de acessos
 Fonte: dos autores, 2023.

Conforme Booch *et al.* (2007), modelar o sistema é preciso. Para isto, a representação BPMN (Business Process Model and Notation - Modelo e Notação de Processo de Negócio) de um diagrama que demonstra a interação dos atores envolvidos: usuário, sistema e o médico especialista, juntamente com os processos da aplicação (Lapeña, 2022). Na Figura 1, observam-se as etapas seguidas até o produto final desta aplicação:

Figura 1: Diagrama BPMN.



Fonte: dos autores, elaborado com conceitos de Lapeña, 2023.

Jacobson *et al.* (2019) afirma em seus estudos que, a partir da modelagem do sistema, é necessário realizar um estudo para determinar quais as ferramentas, plataformas e linguagens de programação são utilizadas no desenvolvimento do sistema. Estão listadas a seguir no Quadro 4, as plataformas e linguagens escolhidas para este projeto:



Quadro 4: Plataformas e linguagens utilizadas no desenvolvimento e as descrições.

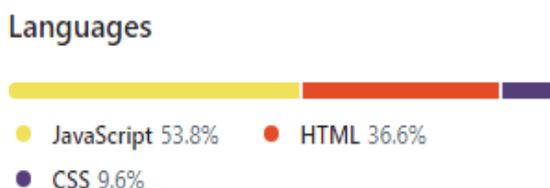
Plataforma /Linguagem	Descrição
React	É uma biblioteca front-end JavaScript de código aberto com foco em criar interfaces de usuário em páginas web.
JavaScript	Trata-se de uma linguagem de programação interpretada estruturada, de script em alto nível com tipagem dinâmica fraca e multiparadigma. Juntamente com HTML e CSS, o JavaScript é uma das três principais tecnologias da World Wide Web.
HTML	Linguagem de marcação utilizada na construção de páginas na Web. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. A tecnologia é fruto da junção de padrões de representação estruturada de hipermídia e conteúdo baseado em tempo.
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> é um mecanismo para adicionar estilo a um documento web. O código CSS pode ser aplicado diretamente nas tags ou ficar contido dentro das tags <style>. Também é possível, em vez de colocar a formatação dentro do documento, criar um link para um arquivo CSS que contém os estilos.
Node.js	Software de código aberto, multiplataforma, baseado no interpretador V8 do Google e que permite a execução de códigos JavaScript fora de um navegador web.
Yarn	Consiste em um sistema de empacotamento de software desenvolvido em 2016 pelo Facebook para o ambiente de tempo de execução JavaScript Node.js.
Visual Studio Code	Editor de código-fonte desenvolvido pela Microsoft para Windows, Linux e macOS. Ele inclui suporte para depuração, controle de versionamento Git incorporado, realce de sintaxe, complementação inteligente de código, snippets e refatoração de código.
Git	Git é um sistema de controle de versões distribuído usado principalmente no desenvolvimento de software, mas pode ser usado para registrar o histórico de edições de qualquer tipo de arquivo.
GitHub	Plataforma de hospedagem de código-fonte e arquivos com controle de versão usando o Git. Ele permite que programadores, utilitários ou qualquer usuário cadastrado na plataforma contribuam em projetos privados e/ou Open Source de qualquer lugar do mundo.
Photoshop	Software caracterizado como editor de imagens bidimensionais do tipo raster desenvolvido pela Adobe Systems. É considerado o líder no mercado dos editores de imagem profissionais.
Fabapp	Plataforma que permite criar aplicativos e ter acesso a muitos templates, principalmente para prototipagem de sistemas e design.
Whimsical e Miro	Com wireframes, fluxogramas, mapas mentais, notas adesivas e documentos extremamente rápidos e em tempo real, é o espaço de trabalho visual para organização da equipe, com interatividade ágil.
Trello	Aplicativo de gerenciamento de projeto baseado na web originalmente desenvolvido em 2011.

Fonte: dos autores, elaborado com conceitos da Wikipedia, 2023.

Na Figura 2, pode-se observar o percentual de utilização de cada linguagem de programação no desenvolvimento deste Web App. A plataforma GitHub tem por objetivo a hospedagem de código-fonte e arquivos com controle de versão (Gershgorn, 2021).



Figura 2: Percentual de utilização das linguagens utilizadas no desenvolvimento.



Fonte: dos autores, elaborado através do GitHub, 2023.

Desenvolveu-se este estudo na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). O intervalo de tempo para a pesquisa foi de agosto de 2022 a dezembro de 2022. Cabe ressaltar que este projeto foi desenvolvido no contexto do Núcleo de Pesquisa Espacial e em Ambientes Extremos da UFCSPA.

RESULTADOS

O Web App, após desenvolvimento e reuniões da equipe de pesquisa, recebeu uma denominação: “Voe Bem”. Da mesma maneira que possui nome comercial, ainda, foi registrado o domínio para que seja hospedado e acessado o site: www.voebem.app.br. Ainda, o código-fonte deste sistema encontra-se em repositório público (https://github.com/99roberto/fly_well). Cabe ressaltar 03 (três) referências importantes deste estudo: o manual “Orientações gerais para médicos a bordo” (Conselho Federal de Medicina, 2018), a cartilha “Doutor, posso viajar de avião? Cartilha de Medicina Aeroespacial” (Conselho Federal de Medicina, 2011) e o Manual Médico IATA (International Air Transport Association, 2020).

Antes de iniciar o questionário é apresentada ao usuário uma tela explicando o objetivo do modelo e o seu funcionamento. O usuário precisa ler e precisa confirmar dois *checkboxes* para que o questionário seja liberado: estar de acordo com as informações e reforçar que, sempre que não estiver se sentindo bem, considerar consultar com um profissional médico antes de voar.

O questionário consiste em perguntas objetivas com apenas duas opções de resposta (sim/não ou sim/não sei, por exemplo). Cada pergunta tem relação com uma ou mais condições de saúde determinadas pelas referências. As perguntas foram categorizadas como perguntas principais e subsequentes. As perguntas principais dizem respeito à presença ou não das condições de saúde determinadas pelas referências e as perguntas subsequentes questionam detalhes sobre as condições de saúde que podem modificar o desfecho final.

Todas as condições de saúde definidas pelas duas referências foram listadas e, uma vez presentes, independente das particularidades distintas entre cada uma delas, foram determinadas como indicação para a recomendação de avaliação médica antes de realizar a viagem aérea. Algumas per-



guntas dizem respeito à presença de diagnósticos específicos, outras à realização de procedimentos ou cirurgias. Como o tempo de tolerância destas condições para voar é distinto, uma vez agrupados, consta na pergunta principal o tempo referente à condição com tolerância de maior tempo.

De acordo com as respostas fornecidas pela pessoa, o modelo entrega ou a indicação de consultar com um profissional médico antes de voar, juntamente com orientações sobre as recomendações médicas das condições que possui, ou a orientação de que não possui contraindicação ou exigência de consulta médica antes de voar, conforme as referências escolhidas. Se há termos médicos específicos ou identificados como passíveis de dúvida no enunciado da pergunta, o termo é sublinhado com o surgimento de um balão com a devida explicação ao passar o mouse por cima do termo.

Ao final do questionário, caso a pessoa tenha uma ou mais condições de saúde que indiquem avaliação médica antes de realizar a viagem, é gerado um relatório resumido em forma de carta que pode ser direcionado ao profissional médico para fins de coordenação do cuidado e organização das informações coletadas.

Apesar de não exigir nenhum download para a sua conclusão, o modelo dá a opção de gerar para download o relatório em um arquivo em Portable Document Format (PDF) para registro da pessoa e compartilhamento com o profissional médico. A opção de download é entregue ao usuário em caráter não obrigatório.

As condições de saúde foram agrupadas em sete grandes categorias. A ordem das categorias no questionário foi elencada de forma a priorizar, primeiro, as situações de saúde visivelmente identificadas por sinais e sintomas e alterações anatômicas e fisiológicas, seguidas das doenças crônicas e procedimentos médicos previamente realizados. A relação das categorias, número de perguntas e condições de saúde avaliadas estão apresentadas no Quadro 5:

Quadro 5: Relação das categorias, número de perguntas e condições de saúde avaliadas pelo questionário do modelo digital.

Número da categoria	Nome da categoria	Nome da categoria	Condições de saúde selecionadas avaliadas
1	Condições agudas e alterações anatômicas e fisiológicas	2 perguntas principais	- Doenças infectocontagiosas transmissíveis por contato direto ou próximo. Necessidade de acompanhante ou de suporte a bordo.
2	Materno-infantil	2 perguntas principais 6 perguntas subsequentes	- Gestação simples ou múltipla. - Idade gestacional. - Risco atribuído à gestação. - Tempo de vida do recém-nascido. Presença de condições de saúde do recém-nascido.
3	Doenças cardiovasculares e hematológicas	3 perguntas principais	- Doenças cardiovasculares atuais ou prévias. - Doenças hematológicas crônicas. Realização de procedimentos cardíacos nos últimos 10 dias.



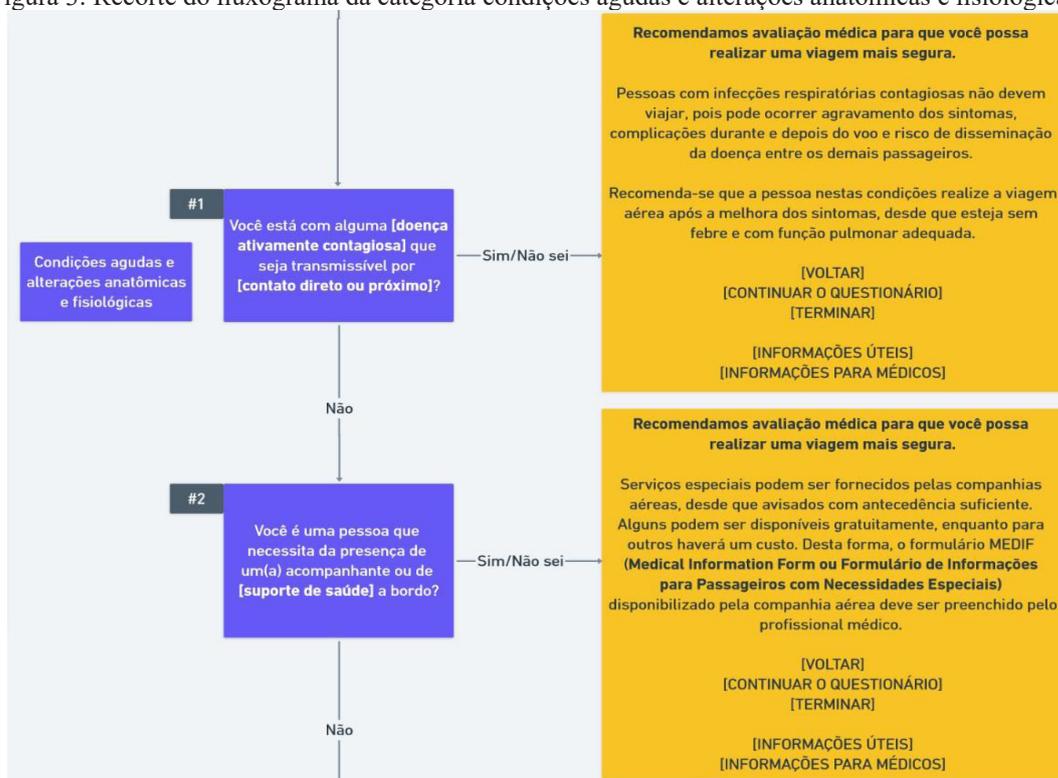
4	Doenças pulmonares	3 perguntas principais	- Doenças crônicas pulmonares. - Diagnóstico de pneumotórax nos últimos 30 dias. Realização de procedimentos cirúrgicos pulmonares nos últimos 15 dias.
5	Doenças dos olhos, nariz, ouvidos, boca, garganta e gastrointestinais	2 perguntas principais	- Diagnóstico de doenças otorrinolaringológicas e gastrointestinais agudas nos últimos 14 dias. Histórico de procedimentos orais, dentários, oculares ou abdominais nos últimos 10 dias.
6	Doenças neurológicas e psiquiátricas	3 perguntas principais	- Diagnóstico de doenças neurológicas selecionadas - Doenças de saúde mental instáveis - Diagnóstico de acidente vascular cerebral, isquêmico transitório ou psicose aguda nos últimos 30 dias. Histórico de cirurgia craniana ou cerebral nos últimos 30 dias.
7	Outras doenças	2 perguntas principais	- Realização de cirurgias ortopédicas, fraturas, cirurgia plástica, terapia de recompressão em mergulhadores ou tratamento de queimadura com infecção generalizada nos últimos 07 dias. - Tratamento oncológico atual.

Fonte: dos autores, 2023.

O fluxograma foi desenvolvido em forma de árvore de decisão na plataforma *Whimsical*, disponível para visualização no *link* <https://whimsical.com/modelo-digital-autoaplicavel-de-avaliacao-de-saude-pre-voos-vf-Kcnz1aF9rHBA7asqM48Nug>, com exemplos ilustrados nas Figuras 3 e 4.

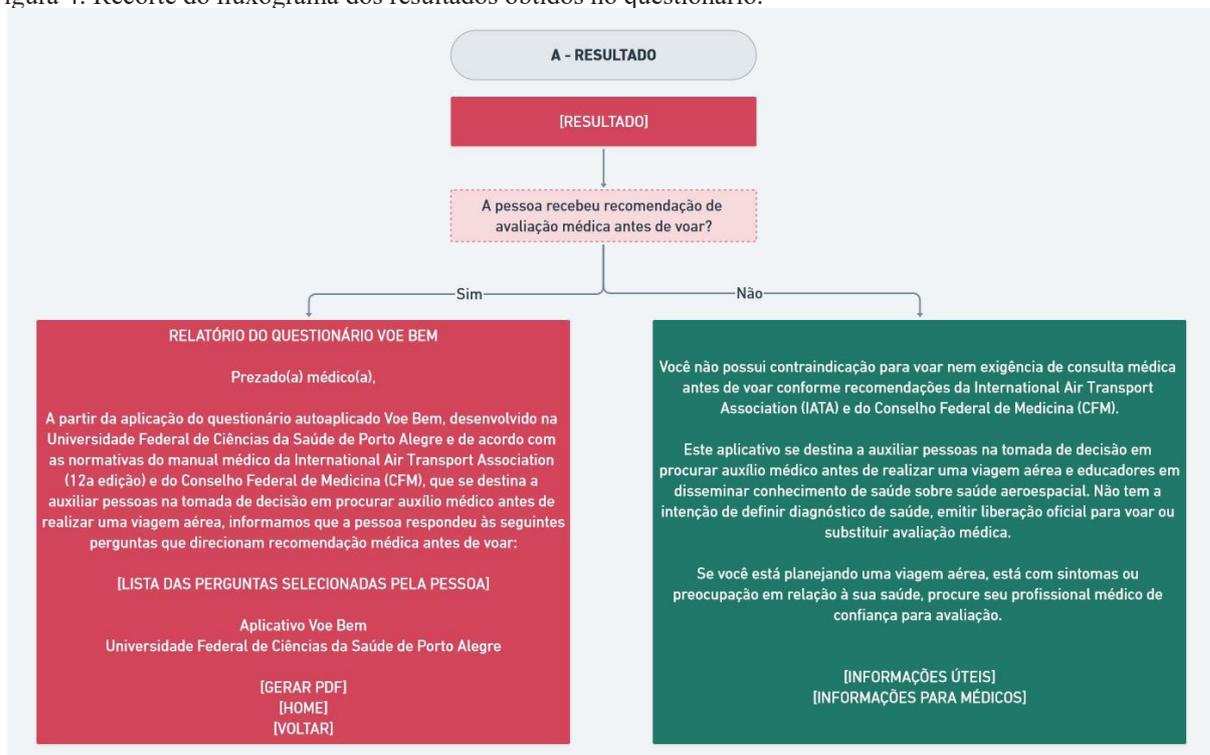


Figura 3: Recorte do fluxograma da categoria condições agudas e alterações anatômicas e fisiológicas.



Fonte: dos autores, 2023.

Figura 4: Recorte do fluxograma dos resultados obtidos no questionário.

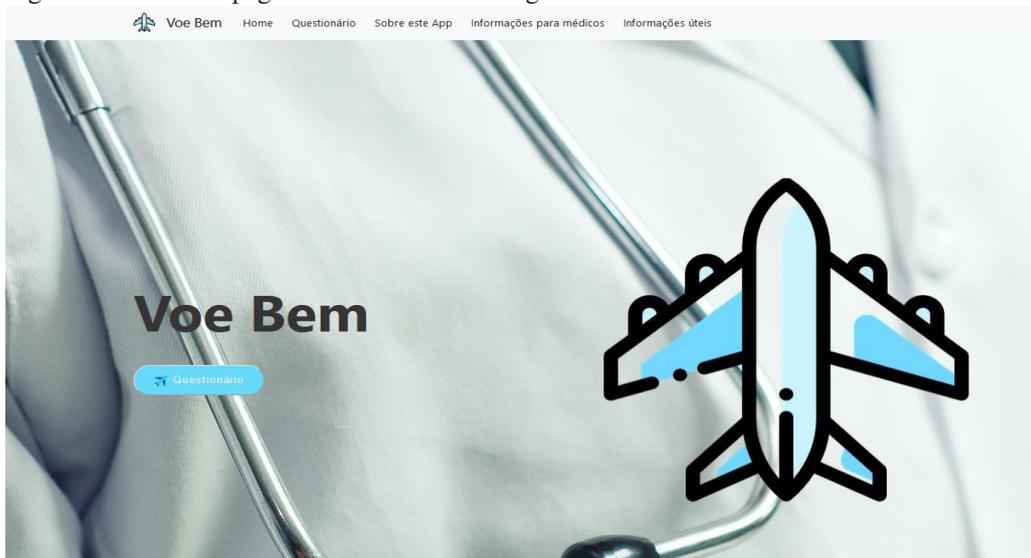


Fonte: dos autores, 2023.



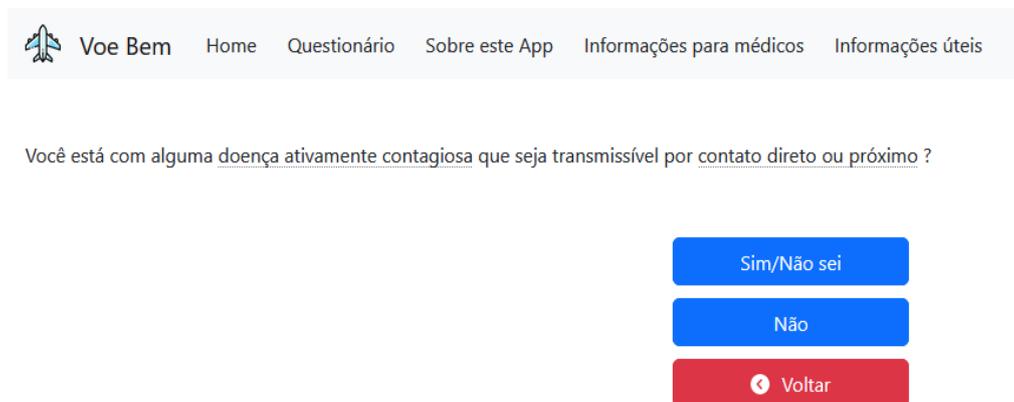
As interfaces principais (Tidwell; Brewer; Valencia, 2020) são a da tela inicial, que apresenta as figuras de um avião e de um profissional de saúde (Figura 5), do ambiente de questionário e feedbacks conforme cada resposta (Figuras 6 e 7), do relatório final passível de transformação em Portable Format Document (PDF) (Figura 8) e do espaço de informações úteis para médicos e população em geral (Figuras 9 e 10).

Figura 5: Recorte da página inicial do modelo digital Voe Bem.



Fonte: dos autores, 2023.

Figura 6: Recorte da interface do questionário do modelo Voe Bem.



Fonte: dos autores, 2023.



Figura 7: Recorte da interface do *feedback* dado pelo modelo, após dada a resposta “Sim”, da primeira versão do modelo Voe Bem.



Fonte: dos autores, 2023.

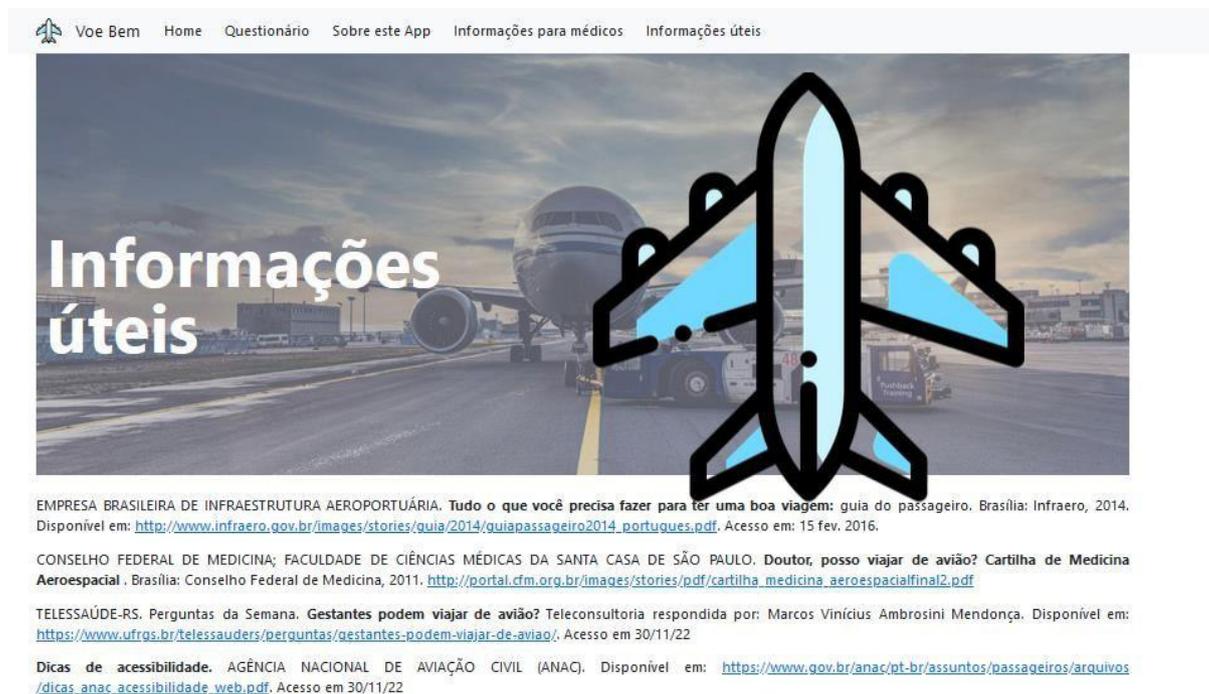
Figura 8: Recorte da interface do resumo do questionário desenvolvido pelo modelo para o usuário.



Fonte: dos autores, 2023.



Figura 9: Recorte da interface da área “informações úteis” do modelo digital Voe Bem.



Fonte: dos autores, 2023.

Figura 10: Recorte da interface da área “informações para médicos” do modelo digital Voe Bem.



Fonte: dos autores, 2023.



Avaliação do protótipo do modelo

Após a finalização da primeira versão do aplicativo, para fins de avaliação dos processos e dos pontos de melhoria, o protótipo foi testado pela equipe de pesquisa.

A partir da discussão realizada, sugestões de melhoria do protótipo foram organizadas em três categorias por área de ação na aplicação. As sugestões de melhoria agrupadas são apresentadas no Quadro 6:

Quadro 6: Apresentação das sugestões de melhoria organizadas em três categorias.

Sugestões de melhoria listadas na avaliação do modelo digital
<p>Sobre o processo de navegação da aplicação</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incluir a opção de “voltar” ao fim da resposta de determinada pergunta com as orientações de saúde, para que o progresso anterior seja salvo e o questionário finalizado. - Deixar os botões de navegação mais intuitivos. - Considerar fontes de tamanho adaptado ao telefone celular e de mesmo tamanho em toda a jornada do aplicativo. - Considerar colocar em negrito o nome da doença ou condição de saúde na tela de explicação (após ser selecionada). - Padronizar a estética ao apresentar lista de doenças ou condições de saúde a serem selecionadas: sem <i>bullet points</i>, com o mesmo espaçamento, com o mesmo padrão visual.
<p>Sobre o conteúdo apresentado e trabalhado no modelo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deixar claro para qual público o modelo é destinado. Considerar colocar esta informação ou na parte inicial do aplicativo ou em área de informação específica. - Inclusão de conteúdo sobre vacinação e medicina do viajante. - Determinar a periodicidade de atualização do aplicativo. - Considerar a inclusão de perguntas e respostas simples (algo como um “você sabia?”) sobre as diferenças entre uma viagem aérea e uma viagem em Terra, os riscos à saúde relacionados e a importância de estarmos preparados e organizados antes da realização de uma viagem aérea, principalmente em relação a riscos de contaminação e transmissão de doenças. - Considerar, nos quadros de resposta das doenças ou condições de saúde selecionadas, ter uma explicação personalizada, simples e “friendly” (menos técnica possível). - Considerar, nos quadros de resposta das doenças ou condições de saúde selecionadas, ao invés de “É recomendada avaliação médica antes de realizar a viagem aérea”, algo como: “recomendamos avaliação médica para que você possa realizar uma viagem melhor”. - Considerar atualizar as recomendações de tempo limite de idade gestacional para gestações simples e múltiplas conforme a <i>IATA</i>. - Em relação ao tópico de anemia, considerar unir todos os tipos de anemia no mesmo tópico, adicionar a explicação sobre anemia falciforme previamente citada e considerar especificar quais níveis de hemoglobina são compatíveis com a necessidade de avaliação médica. - Sobre as abas “informações úteis” e “informações para médicos”: considerar solicitar consultoria jurídica antes de divulgar qualquer nome de companhia aérea no aplicativo ou considerar retirar do aplicativo os sites e os nomes das companhias aéreas escolhidas. - Considerar, nas perguntas objetivas, não dar margem a interpretações distorcidas em relação a ter ou ter tido um determinado diagnóstico. - Para toda contraindicação ou ressalva do ponto de vista de saúde deve haver uma explicação
<p>Sobre a gestão de divulgação do modelo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investir de forma significativa na divulgação do projeto para que tenha o maior alcance possível.

Fonte: dos autores, 2023.



A partir das sugestões listadas e organizadas, foram geradas 23 ações de programação que atualizaram o protótipo para a primeira versão oficial do modelo digital. As ações foram agrupadas e organizadas em 14 tópicos apresentados no Quadro 7:

Quadro 7: Ações de programação realizadas após sugestões de melhoria.

Ações de programação realizadas após sugestões de melhoria
<ul style="list-style-type: none">- Modificação das imagens dispostas em todo o modelo digital.- Padronização de todas as fontes do modelo digital.- Correções de português, alinhamento e diagramação de todas as palavras.- Realce em negrito de todas as doenças e condições de saúde nas páginas de orientação.- Padronização de todas as doenças e condições de saúde em <i>checkboxes</i> independentes, sem <i>bullet points</i>, com o mesmo espaçamento e padrão visual.- Inclusão de cores e ícones nos botões de ação.- Correções em direcionamentos dos botões de ação.- Botões “Informações para Médicos” e “Informações Úteis” retirados dos botões de ação nas páginas de orientação e incluídos nas abas superiores do modelo.- Inclusão da especificação do público-alvo antes da realização do questionário e na aba “Sobre este App”.- Substituição, nas páginas de orientação que recomendam avaliação médica, da frase “É recomendada avaliação médica antes de realizar a viagem aérea” para “Recomendamos avaliação médica para que você possa realizar uma viagem mais segura.”- Atualização da recomendação de tempo limite de avaliação médica para gestações simples e múltiplas, conforme o manual médico mais recente da IATA (de 2020): recomendada avaliação médica na gestação simples, de baixo risco, a partir de 36 semanas e na gestação múltipla, sem complicações, a partir de 32 semanas.- Unificação de todas as condições de saúde classificadas como anemia no mesmo <i>checkbox</i>, incluindo, na explicação, os níveis de anemia compatíveis com necessidade de avaliação médica.- Padronização de todas as referências e <i>links</i> disponibilizados nas áreas “Informações para Médicos” e “Informações Úteis”.- Retirada dos formulários <i>MEDIF</i> das companhias aéreas, previamente disponibilizados na área “informações para médicos” e de qualquer <i>link</i> de companhia aérea ou empresa privada.

Fonte: dos autores, 2023.

As considerações de inclusão de perguntas e respostas simples sobre as diferenças entre uma viagem aérea e uma viagem em Terra, de conteúdo sobre vacinação e orientações sobre medicina do viajante, bem como a definição da periodicidade de atualização, foram definidas pelos autores como propostas válidas para uma segunda atualização do modelo digital, a ser realizada no futuro, conforme popularidade da primeira versão do modelo.

DISCUSSÃO

Especificando a respeito das áreas de aplicação e/ou produtos imaginados que possam utilizar esta nova tecnologia, depara-se com o seguinte: o desenvolvimento do aplicativo em tela tem potencial de ser utilizado em qualquer local, estabelecimento de saúde e cidadão. Conforme Silva, Pimentel e Soares (2020), o controle de doenças através de consultas regulares e imunizações, regido



pelas melhores e atuais referências bibliográficas e de pesquisa, podem vir a ser padronizadas como protocolos oficiais no auxílio da educação permanente de profissionais da saúde, mais precisamente a classe de médicos e enfermeiros em atenção básica, ambulatórios e hospitalizações, além de cidadãos normais que viajam de avião (D'Avino; Henderson, 2021). Este tipo de aplicação, desenvolvida especificamente para a área da saúde, pode ser aplicada a qualquer pessoa. Faculdades, cursos de graduação e pós-graduação, hospitais, ambulatórios, entre outras organizações podem também usufruir dos benefícios da elaboração da aplicação, por motivos educacionais.

Entende-se, que o aplicativo Voe Bem surge como uma ferramenta promissora para somar às tecnologias que já auxiliam na saúde profissionais do ambiente de medicina aeroespacial. A visão de desenvolvedores e aplicadores é destacada, salientando as funcionalidades do protótipo para o campo da saúde e para a sociedade em geral. O desenvolvimento do protótipo resultou em um aplicativo web, possível de ser aplicado em ambiente hospitalar ou qualquer outro. Uma vez que se propõe a ser uma iniciativa de educação em saúde nascida no ambiente acadêmico, gratuita, com foco minimalista, buscando facilitar o enfrentamento de desafios críticos como acesso à tecnologia, conectividade e sustentabilidade, ter um código aberto sob domínio e responsabilidade da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre garante facilidade de acesso em conexões de baixa velocidade ou dispositivos menos complexos, transparência nos processos e a possibilidade de atualizações constantes de acordo com a evolução da ciência sobre o tema.

Alguns benefícios importantes do uso do aplicativo podem ser identificados, como o uso de tecnologia, digitalização, economia de papel, rapidez e integralidade na avaliação. A possibilidade de apenas ser acessada uma página na internet, sem precisar realizar download e registrar qualquer dado particular, e por se tratar de um domínio de fácil entendimento, demonstram ser muito boas características deste App.

Por fim, a inclusão de soluções Voe Bem em Instituições Aeroportuárias, de Saúde e de aviação, na prevenção de ocorrências médicas em voos e educação tanto de profissionais quanto da população, pode resultar em acesso totalmente flexível e dinâmico aos dados relacionados ao paciente, contribuindo para a eficácia das ações que serão observadas e direcionadas ao sujeito do cuidado.

Limitações

Quanto às limitações do estudo, citam-se possíveis vies de aferição em função da compreensão da pessoa que preenche o aplicativo e vies de seleção em função de provavelmente ser um grupo incluído de uma amostra não probabilística. Ainda, que se tenha mais informações sobre outras experiências do entrevistado com saúde digital e também informações sobre a escolaridade do entrevistado. Outra limitação é que não foi ainda apresentado um piloto, onde explora a aplicação desse App na prática.

Neste sentido, obstáculos como falta de parcerias financeiras para o progresso do protótipo são



identificados, onde poderiam ser buscadas parcerias com o Governo, empresas privadas do segmento de aviação ou de Companhias Aéreas, por exemplo. Também, o protótipo foi desenvolvido e melhorado apenas pelos autores desenvolvedores do projeto, que estavam em andamento com o curso de mestrado e de graduação, trazendo dificuldades no gerenciamento da criação do protótipo, o que poderia ser resolvido incluindo novos colaboradores experientes para o projeto.

Perspectivas Futuras

Em perspectivas futuras, pretendemos atualizar o aplicativo e divulgá-lo. Realizar testes com o Voe Bem em um ambiente, que pode ser ocupacional ou comercial, onde será usado para verificar a aptidão de saúde de cada paciente que pretende viajar de avião. Isso, conseqüentemente, ajudará na condução de profissionais de saúde de acordo com as informações úteis sobre o gerenciamento do risco disponíveis no App, após a aplicação.

Entendemos que as Universidades e as associações profissionais de saúde aeroespacial são os principais beneficiados de um movimento de divulgação inicial. Acredita-se então, que este trabalho possa se popularizar na sociedade, disseminar informações pouco acessíveis, além de potencializar novos estudos e produtos relacionados à prática dos profissionais de saúde em relação à medicina aeroespacial, destacando a relevância da inserção das tecnologias mHealth no cotidiano dos atores envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Voe Bem foi desenvolvido por uma equipe composta por profissionais da área da saúde e de ciência da computação, sendo a elaboração desta tecnologia caracterizada como híbrida e especializada em cada ramo do conhecimento, voltado ao mercado que presta assistência a pacientes. Foram identificados pontos muito positivos no decorrer dos estudos em referencial teórico e das considerações do grupo focal qualificado, bem como alguns pontos que podem ser melhorados, de forma a deixar o aplicativo mais completo.

Buscamos com este estudo, além de contribuir com a prevenção e educação em saúde, auxiliar o raciocínio clínico e a tomada de decisão das pessoas ao decidir o melhor momento de realizar uma viagem aérea, e dos médicos que as assistem, além de instigar a percepção da necessidade que temos em investir em educação dentro da saúde aeroespacial, com o intuito de prevenir emergências a bordo, buscando a melhor experiência possível para todas as pessoas dentro de um avião.

Por fim, o risco presumido no *software* poderia não ser suficiente para modificar o desfecho de saúde da pessoa doente na indicação da realização da alternância de voo em casos de alto risco, uma vez que, para a aplicação ter valor na tomada de decisão, seria necessário um alinhamento político e logístico com os órgãos reguladores e as companhias aéreas para a padronização e validação do uso da aplicação como ferramenta geradora de valor, por exemplo.



REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. C. M.; GOUVEIA, L. B. O digital nas instituições de ensino superior: um diagnóstico sobre a percepção docente em uma instituição de ensino superior em Belém do Pará (Brasil). *Brazilian Journal of Development*, Belém do Pará, v. 6, n. 7, p. 42551-42555, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-028. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/12518>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- ARAÚJO, A. C. M.; TEIXEIRA, J. F.; ENCARNAÇÃO, I. R. Uma abordagem bayesiana para sistema especialista de diagnóstico de estado nutricional através de evidências odontológicas, em crianças de 01 a 07 anos. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 91198-91213, nov. 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-507. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/20362/16282>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- BONELI, L. *et al.* Emergências médicas em voo: um estudo de caso na Azul Linhas Aéreas Brasileiras. *Revista Conexão SIPAER*, Brasília, DF, v. 9, n. 3, p. 46-58, 2019. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/view/572>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- BOOCH, G. M. *et al.* *Object-oriented analysis and design with applications*. New York: Addison-Wesley, 2007.
- BOUWENS, J. M. A. Effect of in-seat exercising on comfort perception of airplane passengers. *Applied Ergonomics*, [s. l.], v. 73, p. 7-12, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.05.011>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327020746_Effect_of_in-seat_exercising_on_comfort_perception_of_airplane_passengers. Acesso em: 29 abr. 2024.
- BRASIL. *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018*. Dispõe sobre a lei geral de proteção de dados. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 27 abr. 2024.
- CECCHETTINI, Eliane. *Vantagens e desvantagens da Lei Geral de Proteção de Dados*. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://negocios.empresaspioneiras.com.br/break/noticias/NOT,0,0,1462074,-vantagens-e-desvantagens-da-lei-geral-de-protecao-de-dados.aspx>. Acesso em: 29 abr. 2024.
- COCKS, R.; LIEW, M. Commercial aviation in-flight emergencies and the physician. *Emergency Medicine Australasia*, Melbourne, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2007. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2006.00928.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17305654/>. Acesso em: 31 maio 2024.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. *Doutor, posso viajar de avião? Cartilha de Medicina Aeroespacial*. Brasília, DF: Conselho Federal de Medicina, 2011 Disponível em: https://portal.cfm.org.br/images/stories/pdf/cartilha_medicina_aeroespacialfinal2.pdf. Acesso em: 29 abr. 2024.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. *Orientações gerais para médicos a bordo*. Brasília, DF: Conselho Federal de Medicina, 2018. Disponível em: <https://portal.cfm.org.br/images/PDF/cartilhaaeroespacial2018.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.



D'AVINO, M.; HENDERSON, S. *When the front line should lead a major transformation*. Amsterdam: Bain & Company, 2021. Disponível em: https://www.bain.com/contentassets/1758879f50c-149f6a60e3afcd33d3a90/bain_brief_when_the_front_line_should_lead_a_major_transformation.pdf. Acesso em: 29 abr. 2024.

DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Manage Science*, Massachusetts, v. 35, p. 982-1003, 1989. DOI: 10.1287/mnsc.35.8.982. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.35.8.982>. Acesso em: 29 abr. 2024.

FLANAGAN, D. *JavaScript: the definitive guide*. Sebastopol: O'Reilly, 2006.

GERSHGORN, Dave. GitHub and OpenAI launch a new AI tool that generates its own code. *The Verge*, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.theverge.com/2021/6/29/22555777/github-openai-ai-tool-autocomplete-code>. Acesso em: 31 maio 2024.

GRAF, J.; STÜBEN, U.; PUMP, S. In-flight medical emergencies. *Deutsches Ärzteblatt International*, German, v. 109, n. 37, p. 591-602, set. 2012. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0591. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23093989/>. Acesso em: 31 maio 2024.

HINKELBEIN, J. *et al.* In-flight medical emergencies during airline operations: a survey of physicians on the incidence, nature, and available medical equipment. *Open Access Emergency Medicine*, New Zealand, v. 9, p. 31-35, feb. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2147/oaem.s129250>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5328610/>. Acesso em: 29 abr. 2024.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. *Medical Manual*. Edition 12. Montreal: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.voeazul.com.br/content/dam/azul/folder/assistencia-especial/1.%20Manual%20M%C3%A9dico%20-%20IATA.pdf>. Acesso: 3 maio 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *NBR ISO/IEC 25010. Certificação para um modelo de qualidade do produto de software*. Genebra: ISO, 2011.

ISAKOV, A. Management of inflight medical events on commercial airlines. *UpToDate*, [s. l.], may, 2024. Disponível em: <https://medilib.ir/uptodate/show/185>. Acesso em: 31 maio 2024.

JACOBSON, I. *et al.* *The essentials of modern software engineering: free the practices from the method prisons*. New York: ACM Books, 2019.

LAPENÑA, R. *et al.* Leveraging BPMN particularities to improve traceability links recovery among requirements and BPMN models. *Requirements Engineering*, [s. l.], v. 27, p. 135-160, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00766-021-00365-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00766-021-00365-1>. Acesso em: 29 abr. 2024.

MARTIN-GILL, C.; DOYLE, T. J.; YEARLY, D. M. In-flight medical emergencies: a review. *JAMA*, Chicago, v. 320, n. 24, p. 2580-2590, 2018. DOI: 10.1001/jama.2018.19842. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30575886/>. Acesso em: 29 abr. 2024.



NASCIMENTO, I. J. B. et al. The global incidence of in-flight medical emergencies: a systematic review and meta-analysis of approximately 1.5 billion airline passengers. *American Journal of Emergency Medicine*, Philadelphia, v. 48, p. 156-164, out. 2021. DOI: 10.1016/j.ajem.2021.04.010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0735675721002953?via%3Dihub>. Acesso em: 31 maio 2024.

SCHLUTTER, A. V.; VOGELSANG, A. *Trace link recovery using semantic relation graphs and spreading activation*. 28th ed. Berlin: International Requirements Engineering Conference, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14279/depositonce-10207>. Disponível em: <https://api-depositonce.tu-berlin.de/server/api/core/bitstreams/76cedb5a-3e7a-4dde-85bc-ad17379418d3/content>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SELLTIZ, Claire et al. *Métodos de pesquisa nas relações sociais*. São Paulo: Herder, 1967.

SENE, A.; KAMSU-FOGUEM, B.; RUMEAU, P. Data mining for decision support with uncertainty on the airplane. *Data & Knowledge Engineering*, [s. l.], v. 117, p. 18-36, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.datak.2018.06.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X1730071X?via%3Dihub>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SILVA, R. H. et al. Aplicativos de saúde para dispositivos móveis: uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Health Review*, São José dos Pinhais, v. 3, n. 5, p. 11754-11765, 2020. DOI: [doi: 10.34119/bjhrv3n5-033](https://doi.org/10.34119/bjhrv3n5-033). Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/16152>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SILVA, P.; PIMENTEL, V.; SOARES, V. A utilização do computador na educação: aplicando o Technology Acceptance Model (TAM). *Biblionline*, João Pessoa, v. 8, n. Esp., p. 263-272, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/biblio/article/view/14208>. Acesso em: 29 abr. 2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA AEROESPACIAL (SBMA). *História da Medicina Aeroespacial*. [S. l.]: Sociedade Brasileira de Medicina Aeroespacial, 2024. Disponível em: <https://sbma.org.br/historia-da-sbma/historia-da-medicina-aeroespacial/>. Acesso em: 31 mai. 2024.

SOMMERVILLE, Ian. *Software engineering*. Londres: Pearson, 2016.

SPACE & EXTREME. *Logotipo do projeto*. [2023]. Disponível em: <https://spacecenterufcspa.org/>. Acesso em: 3 mai. 2024.

TIDWELL, J.; BREWER, C.; VALENCIA, A. *Designing interfaces: patterns for effective interaction design*. Newton: O'Reilly, 2020.

TOPOL, E. *Deep medicine: how artificial intelligence can make healthcare human again*. New York: Basic Books, 2019.



Editor responsável: Daniel Demétrio Faustino da Silva

Recebido em 23 de Abril de 2024.

Aceito em 06 de Julho de 2024.

Publicado em 29 de Julho de 2024.

Como referenciar este artigo (ABNT):

MEYER, Roberto Lemos; AMBROSINI, Marcus Vinicius; HERBERT, Juliana Silva; RUSSOMANO, Thais; GESSINGER, Rosinere. Desenvolvimento de sistema inteligente para identificação de riscos à saúde em voos comerciais. *Cadernos de Ensino e Pesquisa em Saúde*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 68-88, 2024.

