DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA AVALIAÇÃO FÍSICA EM SMARTPHONES – MHEALTH FOR YOU®

DEVELOPMENT OF A PHYSICAL ASSESSMENT APP ON SMARTPHONES - MHEALTH FOR YOU®.

Jean Luiz Souza Maciel Gomes
ORCID 0000-0002-1180-1343
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Brasil
jean.luiz@discente.ufma.br

Andréa Dias Reis
ORCID 0000-0002-1881-4382
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Brasil
andrea.dr@ufma.br

Resumo. O isolamento social decorrente da pandemia de SARS-CoV-2 resultou em um aumento significativo do comportamento sedentário na população. Nesse cenário, o desenvolvimento de ferramentas que incentivem a prática de atividade física mostra-se essencial para apoiar tanto indivíduos quanto profissionais de saúde. Os avanços tecnológicos possibilitaram a criação de aplicativos móveis voltados ao monitoramento da saúde e do exercício físico.O presente estudo teve como objetivo descrever o processo de desenvolvimento de um aplicativo para avaliação física, destinado a auxiliar pesquisadores e profissionais de Educação Física na mensuração e no acompanhamento do treinamento físico. Trata-se de uma pesquisa descritiva de abordagem qualitativa, conduzida em plataforma gratuita para desenvolvedores, empregando lógica de programação baseada em blocos e a linguagem JavaScript. O primeiro protótipo contemplou funcionalidades como mensuração da frequência cardíaca, cálculos antropométricos, além da integração das escalas de Borg, dispneia e do Inventário Breve de Dor. Após modificações, foi obtida uma versão com interface simplificada, culminando no segundo protótipo, que representou a versão final, desenvolvida de forma incremental, com maior eficiência e agilidade. O estudo descreve de maneira sistemática o processo de desenvolvimento e as funcionalidades do aplicativo, que se apresenta como uma ferramenta promissora para a avaliação física e o monitoramento da saúde. Ressalta-se, contudo, a necessidade de pesquisas futuras para validação do sistema, bem como aprimoramentos voltados à otimização de suas finalidades e à avaliação de seu impacto prático.

Palavras-chave: Software; Mobile; Exercício Físico; Atividade Física; Saúde.

Abstract. Social isolation resulting from the COVID-19 pandemic (SARS-CoV-2) led to a significant increase in sedentary behavior among the population. In this context, the development of tools to encourage physical activity is essential to support both individuals and health professionals. Technological advances have enabled the creation of mobile applications aimed at monitoring health and physical exercise. This study aimed to describe the development process of a physical assessment application, designed to assist researchers and Physical Education professionals in measuring and monitoring physical training. It is a descriptive qualitative study, conducted on a free developer platform, using block-based programming logic and the JavaScript language. The first prototype included features such as heart rate measurement, anthropometric calculations, and the integration of the Borg Scale, Dyspnea Scale, and the Brief Pain Inventory. After modifications, a simplified interface was obtained, resulting in the second prototype, which constituted the final version, developed incrementally with greater efficiency and agility. This study systematically describes the development process and functionalities of the application, which emerges as a promising tool for physical assessment and health monitoring. However, further research is needed to validate the system, optimize its functionalities, and evaluate its practical impact.

Keywords: Software; Mobile; Exercise; Physical activity; Health

1. INTRODUÇÃO

O período da pandemia permanecerá registrado na história como um momento em que a sociedade precisou adaptar-se às exigências do isolamento social em virtude da disseminação do vírus SARS-CoV-2 (Caso & Federico, 2020). Um dos impactos desse cenário foi o aumento

da inatividade física, condição reconhecida como fator de risco relevante para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). Estima-se que a inatividade física contribua para aproximadamente 6% dos casos de doenças coronarianas, 7% dos casos de diabetes tipo 2, 10% dos casos de câncer de mama e 10% dos casos de câncer de cólon (Lee et al., 2012). Em termos globais, tal condição pode resultar em cerca de 9% das mortes prematuras, o que corresponde a aproximadamente 5,3 milhões de óbitos, de um total de 57 milhões registrados no ano de 2008 (Lee et al., 2012).

Nesse contexto, torna-se essencial o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que incentivem a prática de atividade física e possibilitem o monitoramento de parâmetros fisiológicos em repouso e durante o esforço. O avanço da tecnologia digital favoreceu a criação de aplicativos móveis voltados ao monitoramento da saúde e do exercício físico. Em 2013, por exemplo, já estavam disponíveis para download mais de 1 milhão de aplicativos nas lojas Apple iTunes e Play Store, sendo 23.490 relacionados à saúde e 17.756 ao condicionamento físico (Middelweerd et al., 2014).

Entre os aplicativos mais amplamente utilizados e recomendados em nível global destacam-se Strava, Nike+ Running, RunKeeper, Adidas Runtastic, Map My Fitness e Fitbit (Higgins, 2016). Essas ferramentas exploram recursos como Sistema de Posicionamento Global (GPS), acelerômetro, microfone, alto-falante e câmera, a fim de coletar, registrar e analisar variáveis associadas à saúde e ao desempenho físico (Higgins, 2016).

Além disso, tais aplicativos podem ser aprimorados por meio da integração de escalas validadas, que possibilitam avaliar a percepção de esforço, a dispneia e a dor durante o exercício ou em repouso. A Escala de Borg, por exemplo, é amplamente empregada para mensurar a percepção subjetiva de esforço, permitindo correlacionar essa resposta às alterações nos sistemas cardiovascular, nervoso, muscular e pulmonar (Borg, 2000). A Escala de Dispneia do Medical Research Council (MRC) contribui para quantificar a limitação respiratória percebida e categorizar seu impacto nas atividades físicas (Bestall et al., 1999). Da mesma forma, o Inventário Breve de Dor (IBD), por meio de uma escala de 0 a 10, possibilita avaliar tanto a intensidade da dor quanto sua interferência em aspectos como atividades diárias, trabalho e sono (Martinez et al., 2011).

Outro aspecto relevante refere-se às variáveis antropométricas, que oferecem subsídios clínicos para intervenções relacionadas à atividade física e à educação nutricional (Freitas Júnior, 2018). O monitoramento da resposta hemodinâmica, particularmente da frequência cardíaca, representa também um parâmetro essencial, com implicações diagnósticas e prognósticas no acompanhamento do estado de saúde (Hollenberg, 2013).

Diante desse panorama, o presente estudo tem como objetivo descrever a concepção e o desenvolvimento de um aplicativo móvel voltado a pesquisadores e profissionais de Educação Física, com a finalidade de auxiliar no processo de avaliação física e no monitoramento do treinamento. O sistema foi desenvolvido para dispositivos Android, privilegiando a acessibilidade e a simplicidade de uso. Sua funcionalidade central consiste na coleta e registro de variáveis fundamentais ao acompanhamento da saúde e da prática de exercícios físicos.

É pertinente salientar que as funcionalidades do aplicativo desenvolvido requerem conhecimento técnico especializado para sua interpretação e utilização, distinguindo-se, portanto, de aplicativos e dispositivos vestíveis voltados à autoavaliação pela população em geral, como rastreadores de GPS, monitores de frequência cardíaca e smartwatches dedicados ao monitoramento físico (Thompson, 2019).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Tipo de estudo

O presente estudo configura-se como uma pesquisa descritiva de abordagem qualitativa, cujo foco consiste no desenvolvimento de um aplicativo para smartphone destinado a apoiar pesquisadores e profissionais de Educação Física nas atividades de avaliação física e monitoramento do treinamento. O aplicativo foi elaborado em um computador pessoal, utilizando plataformas de acesso gratuito disponíveis na internet.

2.2 Revisão de Literatura para criação do aplicativo

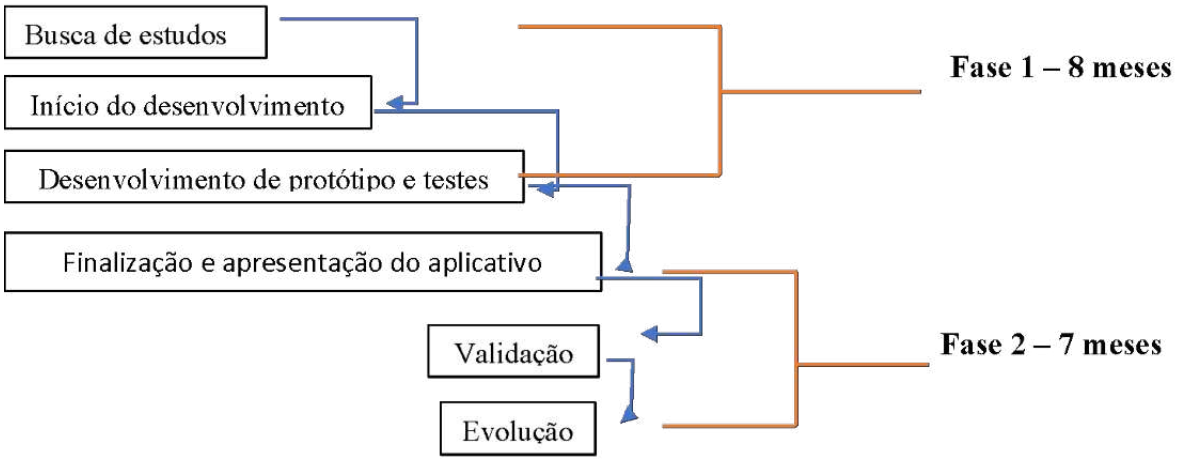
A realização desta pesquisa e a sua fundamentação teórica utilizou os seguintes critérios para a inclusão de estudos: artigos científicos originais e resumos disponíveis no portal de periódicos da Capes e no motor de busca Pubmed, que dá acesso livre a base de dados Medline, nos idiomas inglês, português e espanhol. Somado a isso, foi realizada uma busca de anterioridade de aplicativos semelhantes em publicação de patentes nas bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e no Google Patentes.

Os artigos selecionados abordaram o tema proposto no estudo e estavam relacionados, em geral, ao desenvolvimento de aplicativos voltados para a saúde e exercício físico. O recorte temporal para a seleção dos estudos para o embasamento científico foi realizado do ano de 1999 até 2020, sendo utilizada as seguintes palavras-chave de forma cruzada como estratégia de busca: desenvolvimento, aplicativos, saúde, exercício, mHealth, atividade física, avaliação física, home-based, outdoor training e covid-19. Foi utilizado os operadores booleanos and, or e not para maior refinamento da pesquisa.

2.3 Desenho de estudo

O processo de concepção do aplicativo foi estruturado em quatro fases distintas: especificação, desenvolvimento, validação e evolução, buscando assegurar uma abordagem sistemática para sua implementação. Cada uma dessas etapas apresenta uma organização própria, adaptada às especificidades do software em desenvolvimento. Neste estudo, adotou-se a metodologia incremental como modelo organizacional. Essa abordagem caracteriza-se pela divisão progressiva do desenvolvimento em etapas consecutivas, estruturadas em ciclos iterativos, permitindo ajustes contínuos ao longo do processo (Schneider & Shipp, 2010).

Figura 1. Modelo incremental do desenvolvimento do aplicativo.



Fonte:

A Figura 1 apresenta o processo em duas fases distintas. A Fase 1, com duração de oito meses, contemplou a pesquisa bibliográfica inicial para fundamentar o projeto, seguida do início do desenvolvimento do aplicativo. Nesse estágio, foi elaborado o primeiro protótipo e

iniciados os testes de funcionamento. A Fase 2, com duração de sete meses, correspondeu à finalização do desenvolvimento do aplicativo e à sua apresentação no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

No decorrer da fase de validação, o aplicativo MHEALTH FOR YOU® obteve o certificado de registro de programa de computador junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Atualmente, o sistema encontra-se em processo de aprimoramento, com vistas à expansão e à otimização de suas funcionalidades, de modo a possibilitar sua utilização em pesquisas no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

2.4 Desenvolvimento do Aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido em uma plataforma gratuita destinada à criação de aplicativos móveis, utilizando a abordagem de programação orientada por blocos, fundamentada na linguagem JavaScript. Para a emulação, empregou-se o ambiente Node.js, que incorpora o interpretador V8, desenvolvido pela Google, selecionado em razão de sua compatibilidade com o sistema operacional Android, adotado como base para execução nos dispositivos móveis.

A definição da metodologia de desenvolvimento foi precedida por uma investigação aprofundada de estudos referentes ao uso de aplicativos aplicados à saúde e ao exercício físico, aliada a uma análise de patentes em bases como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e o Google Patentes. Esse levantamento permitiu identificar e selecionar as abordagens tecnológicas mais adequadas para orientar a criação do aplicativo.

Na versão inicial, o sistema foi projetado exclusivamente para dispositivos móveis com sistema operacional Android. Entre suas funcionalidades, destacam-se o registro de dados de frequência cardíaca e de variáveis antropométricas, além da integração de instrumentos validados, como a Escala de Borg, a escala de dispneia e o Inventário Breve de Dor, voltados para a avaliação de diferentes dimensões das condições físicas dos usuários.

2.5 Desfechos do aplicativo

A prática regular de atividade física exerce papel fundamental na redução do risco de doenças cardiovasculares. Nesse sentido, a frequência cardíaca de repouso constitui um marcador relevante, uma vez que valores mais baixos estão associados a menor suscetibilidade a patologias cardíacas. Considerando esse aspecto, o aplicativo desenvolvido possibilita o registro da frequência cardíaca, parâmetro essencial para a regulação da intensidade de exercícios aeróbicos, configurando-se como uma ferramenta acessível e adequada para o monitoramento dessa variável hemodinâmica (Soares et al., 2018).

Outra funcionalidade implementada corresponde ao registro de dados antropométricos, recurso de grande importância para a avaliação da composição corporal. Esse tipo de análise é amplamente utilizado na Nutrição Clínica, no Esporte e no Treinamento Físico, pois possibilita a coleta de informações referentes a parâmetros como massa de tecido adiposo, massa livre de gordura, massa celular corporal, água total e água extracelular. Tais variáveis oferecem subsídios fundamentais para avaliar a eficácia de intervenções clínicas, nutricionais e de atividade física (Freitas Júnior, 2018). Com base nesses dados, o aplicativo permite calcular o percentual de gordura corporal e a massa magra.

Adicionalmente, a massa corporal, frequentemente associada à estatura, representa uma medida antropométrica de aplicação consagrada para avaliação do crescimento e do estado nutricional. A partir desses parâmetros, o aplicativo possibilita o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC), fornecendo critérios de classificação para diferentes faixas etárias e permitindo análises da composição corporal ao longo da vida (Freitas Júnior, 2018).

O sistema também incorpora a Escala de Borg, destinada a mensurar a percepção subjetiva de esforço durante a prática de exercício físico. Segundo a escala, a intensidade do esforço

apresenta relação proporcional com a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio (Borg, 2000). Para fins de implementação, foi realizada a tradução e inclusão das instruções da escala para o idioma português, sendo necessária, em etapas futuras, a adaptação transcultural e a validação no contexto brasileiro (Borg, 2000).

Complementarmente, o aplicativo disponibiliza a Escala de Dispneia, voltada para avaliar a percepção de dificuldade respiratória durante a atividade física. A Escala do Medical Research Council (MRC) tem sido utilizada de forma eficaz com esse propósito (Bestall et al., 1999). No Brasil, essa escala foi adaptada e validada para pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), demonstrando aplicabilidade em diferentes contextos clínicos (Kovelis et al., 2008).

2.6 Aspectos Éticos

Nesta etapa, não foram conduzidas pesquisas com seres humanos utilizando o aplicativo desenvolvido. Os testes restringiram-se às plataformas de desenvolvimento do software e a smartphones pessoais, o que, de acordo com a Resolução CNS nº 466/2012, dispensa a submissão do projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Ressalta-se, entretanto, que o aplicativo foi projetado com vistas a estudos futuros que envolvam participantes humanos.

O aplicativo MHEALTH FOR YOU® obteve o certificado de registro de programa de computador (Processo nº BR512023001041-3) junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) em 25 de abril de 2023, órgão responsável pelo registro de desenvolvimentos tecnológicos no Brasil, assegurando, assim, a originalidade e a proteção legal do software.

3. RESULTADOS

3.1 Desenvolvimento do primeiro protótipo

O desenvolvimento do primeiro protótipo iniciou-se pela definição do nome do aplicativo, resultando na escolha da denominação em inglês “MHEALTH FOR YOU”, traduzida como “SAÚDE PARA VOCÊ”. A opção pelo idioma inglês buscou conferir maior fluidez e impacto na pronúncia, considerando a perspectiva dos futuros usuários.

No protótipo inicial, foram implementadas funcionalidades relacionadas à mensuração da frequência cardíaca, ao cálculo de medidas antropométricas e ao acesso às escalas de Borg, dispneia e Inventário Breve da Dor.

Após a compilação da primeira versão, foram realizados os testes iniciais de funcionalidade, que identificaram dois problemas críticos. O primeiro deles consistiu em falhas na animação de carregamento exibida na tela inicial do aplicativo. Localizada na parte inferior da interface, conforme ilustrado na Figura 2, a animação não executava conforme esperado, ocasionando situações em que o sistema permanecia travado na tela de abertura ou entrava em um loop infinito durante o processo de carregamento.

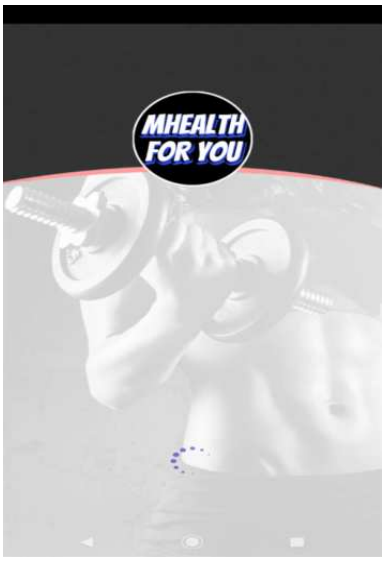


Figura 2. Página de iniciação do aplicativo
Fonte: Próprio autor.

A Figura 2 apresenta o logotipo desenvolvido e o layout concebido no primeiro protótipo do aplicativo. Durante a avaliação desse protótipo, entretanto, foram identificados dois erros significativos.

O primeiro problema ocorreu na animação de carregamento de conteúdo, exibida na parte inferior da tela, em formato circular (Figura 2). Essa animação não funcionava conforme o esperado, ocasionando falhas que resultavam no travamento do aplicativo na tela inicial ou na execução de um ciclo contínuo de carregamento.

O segundo problema foi observado após o carregamento bem-sucedido dos recursos do sistema. Durante a verificação da funcionalidade das ferramentas, constatou-se que a função de mensuração da frequência cardíaca perdia a conexão com a câmera do dispositivo (Figura 3). Essa falha gerava a recorrente exibição da mensagem “Reconectando”, inviabilizando o funcionamento adequado da ferramenta.



Figura 3. Erro na ferramenta de frequência cardíaca do aplicativo
Fonte: Próprio autor.

A Figura 3 apresenta, em segundo plano e com opacidade, a interface inicial da ferramenta de mensuração da frequência cardíaca. Nessa tela, a mensagem “Reconectando” sobrepõe-se à interface principal, comprometendo a utilização adequada da ferramenta, uma vez que a conexão da câmera do dispositivo não foi estabelecida com sucesso. Tal falha comprometeu a operabilidade da funcionalidade proposta.

As demais funções do protótipo operaram conforme o esperado. Entretanto, os erros identificados, associados à instabilidade observada no aplicativo, resultaram na suspensão da implementação de outros componentes. Diante dessa situação, foi realizada uma revisão detalhada dos registros do console com o objetivo de identificar e corrigir as falhas.

O erro da animação de carregamento foi diagnosticado como uma incompatibilidade intrínseca entre o recurso e o sistema operacional Android, sendo necessária a eliminação completa de qualquer tipo de animação desse tipo para garantir a estabilidade do aplicativo.

No caso do erro de conexão da câmera com a ferramenta de mensuração da frequência cardíaca, não foi possível identificar a causa exata no processo de depuração. É plausível considerar que ambos os problemas estejam inter-relacionados, configurando um encadeamento de causas e efeitos.

3.2 Desenvolvimento do segundo protótipo

Após a implementação das modificações essenciais na programação, foi realizada a compilação do segundo protótipo, caracterizado por uma interface simplificada e por um número reduzido de telas de interação. Essa estratégia teve como objetivo minimizar a ocorrência de erros e de comportamentos imprevistos no sistema.

Em comparação ao primeiro protótipo, o segundo incorporou uma galeria de imagens contendo as escalas de Borg, de dispneia e o Inventário Breve de Dor. Além disso, foi adicionada uma aba específica destinada a fornecer informações sobre cada escala, bem como orientações para sua correta utilização.

Complementarmente, dois vídeos explicativos foram integrados ao sistema: um voltado a informações sobre frequência cardíaca e outro direcionado a aspectos relevantes da composição corporal. Esses recursos desempenham papel fundamental para a utilização adequada das ferramentas de mensuração da frequência cardíaca e de cálculo de medidas antropométricas.



Figura 4. Menu de componentes do aplicativo
Fonte: Próprio Autor.

A Figura 4 apresenta o menu que reúne os principais componentes do aplicativo, destacando que, até essa etapa, não foram incorporadas animações de carregamento. Essa configuração resultou em um funcionamento estável, sem registros de erros ou falhas, motivo pelo qual o menu manteve sua configuração inalterada na versão final.

A avaliação da galeria de escalas ocorreu de forma satisfatória, sem ocorrência de incidentes ou comportamentos inesperados. De maneira semelhante, o arquivo informativo de apoio ao usuário, contendo instruções sobre as escalas, demonstrou plena funcionalidade.

Os vídeos de suporte, integrados a partir da plataforma YouTube e destinados a auxiliar a utilização de ferramentas específicas, também responderam conforme o esperado durante os testes, não sendo necessárias modificações para a versão final do aplicativo.

Entretanto, durante os testes da ferramenta de mensuração da frequência cardíaca, verificou-se novamente uma falha relacionada à ativação da câmera do dispositivo móvel. Como ilustrado na Figura 5, o sistema apresentava um círculo em execução contínua, entrando em um ciclo infinito. Para investigar o problema, foi conduzida uma revisão detalhada dos registros no console de programação, a qual identificou que a origem do erro estava vinculada ao sistema de permissões de hardware do Android, que regula o acesso a recursos como câmera e sensores.

Com o intuito de solucionar o problema, foi incorporado ao código um comando específico para solicitação automática de permissões ao sistema operacional, assegurando o correto funcionamento da ferramenta.



Figura 5. Erro na ferramenta de frequência cardíaca
Fonte: Próprio autor.

O erro evidenciado na Figura 5 foi corrigido na versão final do aplicativo. Ressalta-se que, durante a fase de implementação dos códigos referentes a essa ferramenta, não foram identificadas falhas de programação. A inconsistência somente foi constatada durante a execução dos testes em dispositivos móveis, o que demonstra que o problema estava relacionado ao ambiente de execução e não à estrutura do código-fonte.

3.3 Desenvolvimento do protótipo final

Após a correção do erro identificado no segundo protótipo, foi realizada a compilação da versão final do aplicativo, assim denominada em razão da ausência de falhas nos testes conduzidos em todas as ferramentas implementadas. Posteriormente, foram efetuados ajustes pontuais e concluídas as etapas finais de desenvolvimento. As figuras subsequentes documentam a execução dos testes de funcionamento das ferramentas incorporadas ao sistema.

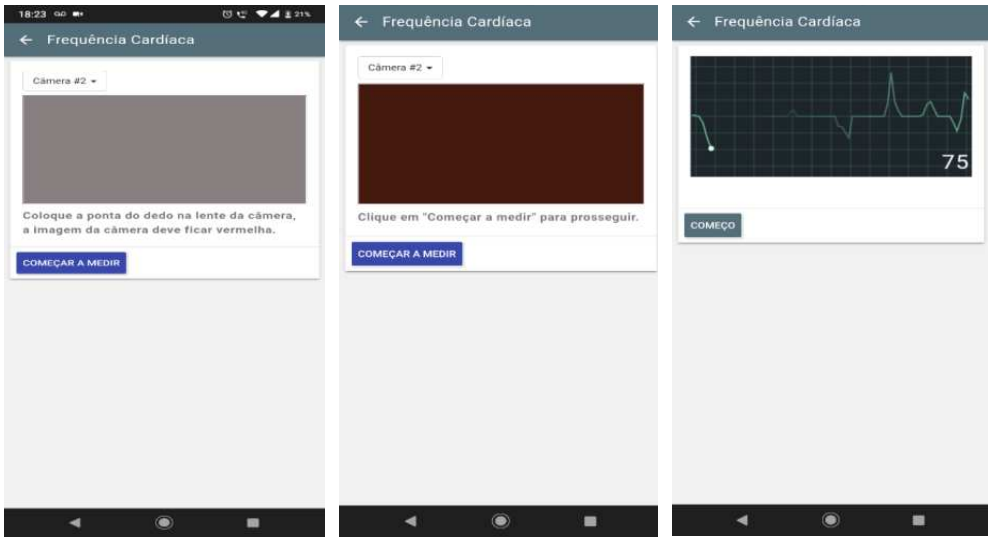


Figura 6, 7 e 8. este da ferramenta para mensura a frequencia cardíaca do aplicativo.
Fonte: Próprio autor.

As Figuras 6, 7 e 8 ilustram a aplicação da ferramenta de mensuração da frequência cardíaca. Nesse procedimento, o usuário posiciona um dedo sobre a lente da câmera do dispositivo, com a luz do flash ativada, o que resulta em uma coloração avermelhada na imagem capturada. Em seguida, ao pressionar o botão "Começar a Medir", inicia-se uma animação e, após alguns segundos, o sistema apresenta um valor estimado da frequência cardíaca em batimentos por minuto (bpm).

Essa técnica, denominada fotopletismografia (PPG), corresponde a um método óptico simples e economicamente acessível, capaz de identificar variações no volume sanguíneo no leito microvascular do tecido. Utilizada de forma não invasiva na superfície cutânea, a PPG é amplamente empregada para mensurar alterações no fluxo sanguíneo periférico (Allen, 2007). No aplicativo, a ferramenta registra os sinais por meio da fotopletismografia e os processa em um algoritmo específico, que realiza o cálculo da frequência cardíaca. Esse procedimento é análogo à base tecnológica utilizada em diversos dispositivos vestíveis modernos.

O teste da ferramenta de cálculo de medidas antropométricas também foi satisfatório, apresentando resultados consistentes e precisos para todas as variáveis requeridas. A Figura 9 exemplifica a interface dessa ferramenta em operação.

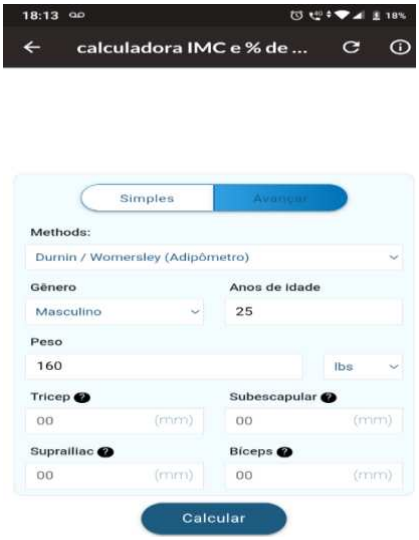


Figura 9. Ferramenta para calcular medidas antropometricas
Fonte: Próprio autor.

A Figura 9 apresenta a ferramenta de cálculo de medidas antropométricas, cuja funcionalidade foi validada em todos os testes realizados, sem ocasionar interferências no desempenho geral do aplicativo. Após a conclusão dos testes da versão final, conduzidos em conjunto com o orientador da pesquisa, os resultados demonstraram conformidade com o esperado. Todas as ferramentas e componentes implementados apresentaram funcionamento eficaz, com o comportamento previsto no processo de desenvolvimento.

4. DISCUSSÃO

O escopo desta investigação consistiu na descrição do processo de desenvolvimento de um aplicativo voltado para apoiar a avaliação física e o monitoramento do condicionamento, inserindo-se em um cenário contemporâneo marcado pela crescente presença de tecnologias vestíveis e de aplicativos móveis, que vêm reconfigurando a prestação de cuidados em saúde ao tornar informações acessíveis e disponíveis de forma ubíqua (BANOS et al., 2015).

A literatura aponta que grande parte dos aplicativos destinados ao monitoramento da saúde ou da atividade física é desenvolvida para populações específicas, abrangendo desde indivíduos com doenças cardiovasculares e crônicas até condições neurológicas, entre outras (MARCANO et al., 2015). Diversos estudos ressaltam que esses aplicativos, aliados aos dados que geram, devem ser utilizados para potencializar resultados, reduzir riscos à saúde e ampliar a compreensão acerca dos determinantes que influenciam o processo saúde-doença (MARCANO et al., 2015).

Nesse contexto, uma revisão sistemática destacou fatores associados à adoção de aplicativos móveis de saúde por profissionais da área. A análise de 33 estudos identificou 179 fatores, classificados como facilitadores (54,7%) ou barreiras (45,3%) à utilização desses recursos (PERES; MARIN, 2012). Entre os principais aspectos, destacam-se: utilidade, propósito e usabilidade do aplicativo; qualidade do design e limitações técnicas (como erros operacionais); segurança, privacidade, custo e tempo; além da identificação dos usuários com a proposta da aplicação.

A escolha adequada do método de desenvolvimento de aplicativos para saúde e atividade física apresenta-se como elemento crucial, uma vez que fatores relacionados à usabilidade, ao design e às funcionalidades técnicas do sistema impactam diretamente o sucesso ou as limitações de sua utilização. A adoção de uma abordagem incremental neste estudo demonstrou-se eficiente e ágil, pois possibilitou a construção progressiva do aplicativo, com definição clara de metas ao longo das etapas de desenvolvimento.

Na literatura, diferentes metodologias têm sido aplicadas ao desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde. Entre elas, destaca-se o Modelo de Design Instrucional Sistemático, proposto por Dick e Carey em 1978, que contempla as fases de análise, design/desenvolvimento, implementação e avaliação (BARRA et al., 2017). Outra proposta é o Design Instrucional Contextualizado (DIC), que mantém as etapas do modelo sistemático, mas insere a implementação durante as fases iniciais de análise e concepção, agregando maior detalhamento ao processo (BARRA et al., 2017). Ambos os métodos apresentam similaridade com a estratégia empregada neste estudo, embora demandem, igualmente, validações posteriores do aplicativo desenvolvido, incluindo testagens em seres humanos.

Adicionalmente, o Design Centrado no Usuário (User-Centered Design) tem sido adotado em aplicativos destinados à Enfermagem Geriátrica e à Atenção Primária, voltados para a prevenção de doenças crônicas, promovendo colaboração entre usuários e desenvolvedores desde a fase de concepção (BARRA et al., 2017). Outro método aplicado em estudos prévios é o Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas (Systems Development Life Cycle), utilizado na construção de um aplicativo para consulta de medicamentos quimioterápicos, com vistas a auxiliar auditorias hospitalares realizadas por profissionais de enfermagem. Esse método

apresenta três variações — ciclo de vida clássico, espiral e prototipagem —, todas direcionadas à identificação das necessidades dos usuários (BARRA et al., 2017).

Como ponto forte do presente estudo, ressalta-se que o aplicativo desenvolvido proporciona suporte técnico para a avaliação e o monitoramento da saúde e do exercício físico de indivíduos, por meio da supervisão de profissionais ou pesquisadores. Além disso, destaca-se o uso de linguagem acessível e didática, o que facilita a interpretação das informações e amplia a aplicabilidade prática da ferramenta no acompanhamento de parâmetros de saúde.

Entretanto, algumas limitações devem ser reconhecidas, entre elas a escassez de referências específicas sobre o desenvolvimento de aplicativos voltados ao contexto da presente pesquisa, bem como a disponibilidade restrita de softwares gratuitos para auxiliar na construção do sistema.

5. CONCLUSÃO

Durante o processo de desenvolvimento, foi necessário realizar ajustes nas interfaces de determinados componentes do aplicativo em razão de questões de compatibilidade e programação. Como resultado, o aplicativo encontra-se em pleno funcionamento, conforme o planejado, embora estejam previstas atualizações futuras com o intuito de aprimorar sua eficiência.

O desenvolvimento do aplicativo MHEALTH FOR YOU®, voltado para a avaliação física e o monitoramento da saúde, foi concluído com êxito. As variáveis previamente definidas foram implementadas e estão operando de acordo com a proposta inicial e os objetivos estabelecidos. Além disso, a obtenção do certificado de registro de software concedido pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) assegura o reconhecimento oficial do aplicativo, atestando sua originalidade e relevância.

Nesse sentido, a contribuição deste estudo é especialmente à área de saúde e tecnologia, permitindo que outros profissionais se familiarizem e explorem o uso de tecnologias móveis. Além disso, direciona futuros trabalhos, como validações e aplicações para populações específicas, aumentando o impacto e a abrangência das suas aplicações práticas.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. Physiological Measurement, v. 28, n. 3, 2007.

BARRA, D. C. C. et al. Métodos para desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde: revisão integrativa da literatura. Texto & Contexto Enfermagem, v. 26, n. 4, 2017.

BANOS, O. et al. Design, implementation and validation of a novel open framework for agile development of mobile health applications. BioMedical Engineering OnLine, v. 14, n. 1, 2015.

BESTALL, J. et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax, v. 54, n. 7, 1999.

BORG, G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. Manole, 2000.

CASO, V.; FEDERICO, A. No lockdown for neurological diseases during COVID-19 pandemic infection. Neurological Sciences, v. 41, n. 5, 2020.

HIGGINS, J. P. Smartphone Applications for Patients' Health and Fitness. The American Journal of Medicine, v. 129, n. 1, 2016.

HOLLENBERG, S. M. Hemodynamic Monitoring. Chest, v. 143, n. 5, 2013.

KOVELIS, D. et al. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Brasileiro de Pneumologia, v. 34, n. 12, 2008.

LEE, I. M. et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. The Lancet, v. 380, n. 9838, 2012.

MARCANO, B. J. S. et al. Comparison of self-administered survey questionnaire responses collected using mobile apps versus other methods. Cochrane Database of Systematic Reviews, v. 7, 2015.

MARTINEZ, J. E.; BALDISSEROTTO, E. S.; MARCOLINO, J. S. Análise da aplicabilidade de três instrumentos de avaliação de dor em distintas unidades de atendimento: ambulatório, enfermaria e urgência. Revista Brasileira de Reumatologia, v. 51, n. 6, 2011.

MIDDELWEERD, A. et al. Apps to promote physical activity among adults: a review and content analysis. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, v. 11, n. 1, 2014.

PERES, H. H. C.; MARIN, H. F. Informática em Enfermagem e Telenfermagem: desafios e avanços na formação e no cuidado. Jornal de Informática em Saúde, v. 10, n. 2, 2012.

SOARES, G. A. et al. Efeito de três protocolos de treinamento na pressão arterial e frequência cardíaca em normotensos. ABCS Health Sciences, v. 43, n. 3, 2018.

SCHNEIDER, G. P.; SHIPP, L. Ninth Edition, 2010.

THOMPSON, W. R. Worldwide survey of fitness trends for 2020. ACSM's Health & Fitness Journal, v. 23, n. 6, 2019.