

APLICATIVOS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA PARA TELEMONTORAMENTO EM SAÚDE: PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Data de submissão: 02/09/2024

Data de aceite: 01/10/2024

Greici Capellari Fabrizzio

Lucas Corrêa Preis

Marceli Cleunice Hanauer

Zulamar Aguiar Carginin

Juliana Martins Ferreira

Francis Solange Vieira Tourinho

RESUMO: Objetivo: descrever os aplicativos para dispositivos móveis disponíveis voltados ao monitoramento da frequência cardíaca (FC) da população. **Método:** trata-se de uma prospecção tecnológica. A busca eletrônica foi conduzida de março a maio de 2021 nas lojas virtuais Google Play® com sistema operacional Android® e Apple Store® com sistema operacional iOS® no campo de procura dessas lojas, nos idiomas em português, inglês e espanhol. O tratamento das informações foi pela análise de conteúdo. Utilizou-se a análise qualitativa comparativa, considerando as funcionalidades dos aplicativos, avaliação, comentários dos usuários e seu potencial para monitoramento da FC. **Resultados:** Foram elaboradas duas categorias

norteadoras: aplicativos que medem a FC e aplicativos que servem de canal para receber dados de dispositivos médicos e/ou somente fazem o monitoramento através de seu registro. Incluídos 57 aplicativos, sendo que 78,95% (45) realizavam a verificação da FC e 21,05% (12) somente realizavam o monitoramento da FC através de seu registro e gráficos. **Conclusão:** aplicativos de FC serviram para medir, registrar, exibir, informar, orientar e compartilhar informações. Têm potencial para medir diretamente a frequência cardíaca, mas faltam estudos para comprovar sua eficácia nas suas várias aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento Fisiológico, Telemonitoramento, Vigilância em saúde, Frequência Cardíaca, Saúde Digital, Prospecção Tecnológica.

INTRODUÇÃO

A tecnologia em saúde tem avançado de forma rápida e multidisciplinar e estimulando melhorias na qualidade de vida e acesso a informações (FARIAS et al., 2021). Está crescendo no mundo e mudando a maneira como os cuidados de saúde são acessados e monitorados. Essa estratégia tem importância tanto para controle de doenças como, ao nível individual, para autocontrole de parâmetros de saúde (COPPETTI et al., 2017). Neste sentido, os Aplicativos Móveis (APP) têm promovido soluções eficientes e inovadoras em saúde móvel (*m-Health*) sem restrições de locais e horários para seu uso (FARIAS et al., 2021).

Podem ser citadas também outras vantagens dos *smartphones* para o telemonitoramento como a capacidade de transmissão de dados de alta velocidade, a presença de microprocessadores incorporados como o *Bluetooth* com capacidade de conexão com dispositivos externos, maior privacidade, facilidade de transporte e maior conveniência para o usuário. Servem de canal para receber dados de dispositivos médicos portáteis e sensores móveis. As informações são microprocessadas, criptografadas e os dados são transferidos a um servidor localizado ou baseado na web para processamento secundário que organiza num banco de dados para análise, integração e *feedback* do usuário. Este pode auto monitorar sua saúde e fornecer informações importantes para os profissionais de saúde através dos dados armazenados (GREGOSKI et al., 2012).

Os aplicativos móveis (APP) são programas de *software* executados em smartphones ou outros dispositivos móveis (POH; POH, 2017). O desenvolvimento de aplicativos voltados à saúde causa grande impacto no mercado e o número existente é difícil de quantificar. Essa expansão deve continuar (MITCHELL et al., 2016). Seu quantitativo aumenta em 25% a cada ano. É uma oportunidade para promover e manter saúde e fitness e otimizar o gerenciamento do estilo de vida (YAN et al., 2017). Está se transformando num recurso importante na vida diária das pessoas seja para mudar hábitos alimentares, praticar exercícios físicos, monitorar a saúde ou comunicação entre pacientes e profissionais (MORAIS et al., 2020). Podem ser considerados um novo modo de prevenção apesar de faltarem estudos sobre sua eficácia e a validação do impacto clínico dessas tecnologias (COPPETTI et al., 2017; MORAIS et al., 2020).

Essa evolução em ritmo acelerado possibilitou o desenvolvimento de aplicativos que começaram a ser usados para vários fins de saúde e entre eles a medição da Frequência Cardíaca (FC), fornecendo informações sobre a saúde do coração e dos sinais vitais e estende o alcance desse monitoramento para fora das instituições de saúde (VANDENBERK et al., 2017; ZAMAN et al., 2017). Os aplicativos de FC podem ser relevantes para pacientes idosos com insuficiência cardíaca até para jovens atletas na promoção da saúde e prevenção de doenças. A FC em repouso reflete o estado do sistema cardiovascular, a atividade do sistema autônomo cardíaco e da taxa metabólica (MITCHELL et al., 2016).

Tradicionalmente, a FC é medida manualmente na palpação da artéria mais próxima à superfície do corpo em que se conta a pulsação em um intervalo de tempo. Apesar de ser um método simples, requer certa habilidade. Uma alternativa seria os dispositivos de monitoramento de FC disponíveis nas lojas de aplicativos que são fáceis de usar, não necessitam de outros dispositivos ou maiores habilidades e pode ser usado por qualquer pessoa. Essas tecnologias têm ajudado até durante atividades de exercício ou prescrição de exercícios (JAAFAR; MURUGAN, 2019).

A FC alvo é usada para determinar a intensidade do exercício e seu monitoramento é necessário. Os dispositivos vestíveis podem medir facilmente a FC durante o exercício, mas essa tecnologia pode não ser tão acessível aos pacientes e possui custos adicionais para compra e manutenção. Eletrocardiogramas também tem limitações como a substituição de eletrodos, alto custo, irritação da pele pelos eletrodos e interferência pelo suor e contração muscular. Levando em consideração esses fatores, medir a FC com os smartphones é uma ferramenta mais econômica e acessível (LEE et al., 2017).

Na maioria dos aplicativos é utilizada somente a câmera equipada com flash e a medição ocorre pelo princípio da Foto-Pletismografia (FPG) (JAAFAR; MURUGAN, 2019). Utilizam uma fonte de luz e um fotodetector específico para detectar sinais através da pele. A câmera do celular junto com a lanterna *Light Emitting Diode* (LED) pode detectar essas pequenas variações na cor da pele, originadas pelo fluxo sanguíneo. Há vários aplicativos que usam este sistema (VANDENBERK et al., 2017). A medição ocorre com base em gravações da câmera do celular pela vibração e fluxo sanguíneo dos vasos pulmonares sob a ponta dos dedos (ZAMAN et al., 2017).

A técnica de FPG detecta mudanças sanguíneas no leito microvascular do tecido semelhante a um oxímetro de pulso que detecta o fluxo sanguíneo através da refração da luz ao nível arterial da ponta do dedo. A medição da FC é determinada baseada na teoria de que o fluxo sanguíneo através do vaso é inversamente proporcional à quantidade de luz refratada (SPIERER et al., 2015). A medição pode ser feita detectando sinais fotopletismográficos com câmeras embutidas na ponta dos dedos ou no rosto sem contato físico que medem as mudanças de cor devido às mudanças do volume sanguíneo. Gravação facial é um novo método de detecção de sinal sem contato físico. Esses métodos são acessíveis, baratos e fáceis de usar sem a necessidade de *hardware* adicional como pulseiras ou relógios (YAN et al., 2017).

Tendo em vista o interesse crescente de APP para os mais variados fins e a facilidade de seu uso, esse estudo tem como objetivo descrever os APP para dispositivos móveis voltados ao monitoramento da frequência cardíaca da população.

METODOLOGIA

Tipo de estudo

Trata-se de estudo de prospecção tecnológica realizada em quatro etapas, conforme descrito por Bahruth, 2004: 1) preparatória: na qual definiu-se o escopo da pesquisa, para mapear o desenvolvimento tecnológico, de aplicativos de monitoramento da frequência cardíaca; 2) pré-prospectiva: elaboração do protocolo com as especificações da metodologia e as estratégias de coleta e análise de dados; 3) prospectiva: ocorreu a coleta, tratamento e análise dos resultados, de acordo com validação do protocolo elaborado na etapa anterior; e, 4) pós-prospectiva: ocorreu a comparação dos dados encontrados na pesquisa com os disponibilizados na literatura científica e elaborou-se em formato de artigo científico^(referencia).

Essa prospecção utilizou como pergunta de pesquisa: Quais aplicativos para dispositivos móveis de monitoramento em saúde que abordam a frequência cardíaca?

COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no período de 01 de março a 31 de maio de 2021, através das lojas virtuais *Apple Store*®, *Google Play*®. A busca foi realizada de forma individualizada e com apoio dos seguintes dispositivos: *smartphone* com sistema operacional Android para pesquisa no *Google Play*®, e *smartphone* cujo sistema operacional é IOS para pesquisa na *Apple Store*®.

Nas lojas virtuais foram utilizadas as seguintes palavras-chave: chaves Telemonitoramento de saúde (*Health Telemonitoring*, *Telemonitorización sanitária*), Monitoramento de saúde (*Health monitoring*, *Vigilancia de la salud*), Acompanhamento em saúde (*Health monitoring*, *Vigilancia de la salud*), Vigilância em saúde (*Health surveillance*, *Vigilancia de la salud*), Supervisão em saúde (*Health supervision* / *Supervisión de salud*) de forma individual em cada sistema operacional. Consideraram-se aplicativos de monitoramento de frequência cardíaca como aqueles que realizam a medição dos batimentos cardíacos ou não medem, mas servem de canal para receber dados de dispositivos médicos e/ou monitoram com registros e gráficos.

Critérios de elegibilidade

Os critérios de elegibilidade foram aplicativos voltados ao monitoramento da FC nos idiomas, português, inglês e espanhol que medem ou registra a FC e podem ter outras funcionalidades concomitantemente. Os critérios de exclusão foram determinados por aplicativos que não possuem descrições sobre o tema abordado ou monitoram outros dados de saúde, monitoramento de animais, aplicativos de FC com avaliação menor que quatro, aplicativos de medição de batimentos fetais, aplicativos repetidos e aplicativos sem comentários.

Coleta e análise de dados

A coleta de dados deu-se nas lojas virtuais Apple Store® e Google Play® a fim de abranger uma maior quantidade de aplicativos, utilizando-se cada descritor nas três versões: português, inglês e espanhol. Foi realizada num só momento por Prints dos aplicativos e posteriormente excluídos aqueles que não obedeciam aos critérios de inclusão e que não eram pertinentes ao tema da pesquisa. Após a seleção dos APP, estes foram listados com as características colocadas pelos desenvolvedores na loja virtual, sendo elas: nome; característica, descrição, público-alvo, compatibilidade (Android®, iOS®); aquisição (pago/gratuito); categoria, classificação indicativa; tamanho em Megabytes (MB), desenvolvedor, avaliação/classificação (escala das lojas virtuais de 0 a 5 pontos); e comentários dos usuários.

O tratamento das informações dos aplicativos foi pela análise de conteúdo que abrangeu três etapas interdependentes: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação (SILVA; FOSSÁ, 2015). A pré-análise organizou as ideias iniciais após leitura das características dos *softwares* nas lojas virtuais, a exploração do material se deu com o recorte das informações relevantes na descrição dos APP, agregação de dados e levantamento de categorias norteadoras. Por último, foi interpretado os dados, comparando uns com os outros conforme as características de cada APP e avaliação dos usuários.

Os dados foram tabulados e organizados no software *Microsoft Excel*®2016, versão 1,5. Após a finalização da pesquisa os resultados foram organizados em forma de tabelas, para maior entendimento do processo de coleta e análise de dados obtidos. Para análise dos resultados, utilizou-se a análise qualitativa comparativa, considerando as funcionalidades dos aplicativos, avaliação, comentários dos usuários e seu potencial para monitoramento da FC. A avaliação crítica dos aplicativos foi baseada em outros estudos primários e da literatura disponível, a partir da seleção das informações relevantes ao tema em seu contexto no estudo.

RESULTADOS

Os resultados encontrados nas buscas e os artigos selecionados estão apresentados na Figura 1.

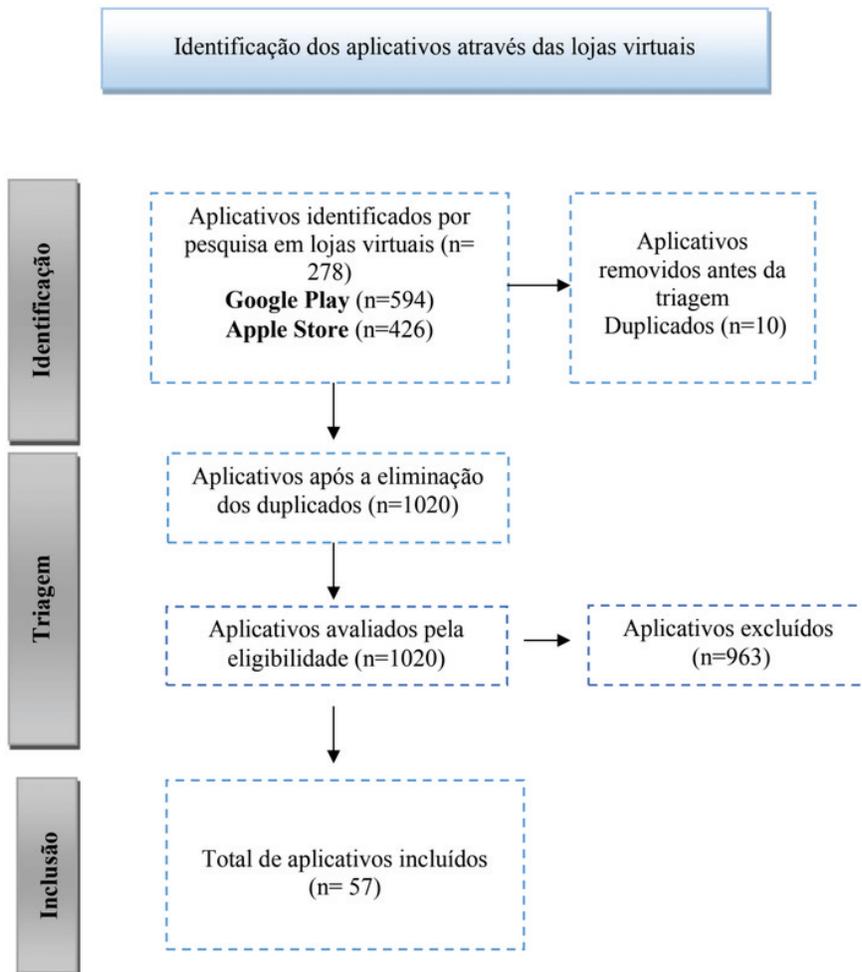


Figura 1 – Quantidade de aplicativos encontrados e selecionados na *Apple Store®* e *Google Play®* e aplicativos web, Florianópolis, SC, Brasil, 2022

As razões de exclusão dos aplicativos foram: monitoramento em saúde que não envolvia a FC, monitoramento de FC com avaliação menor que quatro (4), aplicativos para agendar consulta e registros médicos, aplicativos de monitoramento de batimentos fetais, aplicativos de informação sobre doenças, aplicativos de órgãos governamentais, aplicativos de monitoramento de animais, aplicativos repetidos e aplicativos sem comentários.

Dentre os aplicativos selecionados 78,95% (45) mediam a FC diretamente e 21,05% (12) somente realizavam o monitoramento da FC através de seu registro e gráficos. A relação de aplicativos selecionados por loja virtual encontra-se na Tabela 2 e 3. Alguns APP estão repetidos nas duas lojas, mas foram mantidos porque as avaliações eram diferentes como o App Frequência cardíaca Mais e o APP Welltory: batimento cardíaco.

| Nome Aplicativo | Descrição | Avaliação | Comentários dos usuários |
|--|--|-----------|---|
| 1 Cardiogram: wear OS, Fitbit, Garmin, Android Wear | Diário de frequência cardíaca, não mede diretamente | 4,3 | A maioria dos usuários gostam, mas sugerem outras funcionalidades. Versão somente em inglês. O aplicativo não envia os dados para o Fit |
| 2 Heart Rate Monitor (Health & Fitness AI Lab) | Mede, registra e acompanha sua frequência cardíaca facilmente. Usa a câmera do celular | 4,6 | Maioria dos comentários são favoráveis. Acham confiável e preciso. É perfeito para quem faz exercícios e também para dar uma checada periódica |
| 3 Welltory: pressão arterial, ECG, batimento cardíaco | Mede pressão arterial, frequência cardíaca e checa ansiedade. Usa a câmera do celular. | 4,4 | Comentários positivos. Usuários reclamaram do preço. Versão só em inglês. Elogiam as dicas de saúde. |
| 4 Monitor de frequência cardíaca (REPS) | Mede os batimentos cardíacos e acompanha seus traçados. Usa câmera do celular | 4,4 | Funcional e prático. Facilita para ter a noção dos batimentos em casa, em repouso ou em movimento. Envia os dados pro Google Fit. |
| 5 Monitor de frequência cardíaca (Azumio Inc) | Medir frequência cardíaca para o stress, perda de peso, malhação, exercício. Funciona com a câmera do telefone, gráfico em tempo real. | 4,0 | As opiniões se dividem. Alguns falam que é preciso. Muitas propagandas usuárias reclamaram das últimas atualizações e do preço. |
| 6 Aplicativo de frequência cardíaca | Acompanha a frequência cardíaca com a câmera do celular. Salva o ritmo cardíaco no Google Fit. Não é um equipamento médico | 4,0 | As opiniões se dividem. Simples e prático, no entanto os batimentos tem muita variabilidade. Instável, devido a variação constante. não existe um arquivo para anotar as medições realizadas. |
| 7 Coração taxa monitor: pulso & degrau contador | Monitor de frequência cardíaca, pedômetro, contador de passos, monitor de pulso. Mede a FC pela câmera do smartphone em menos de 10 segundos. | 4,3 | As opiniões se dividem. Fácil de usar e bem prático. Muitas propagandas. Somente em inglês. |
| 8 Pressão arterial sanguínea jornal | Analisa digitalmente a pressão arterial sanguínea e o pulso em gráficos. Não é capaz de medir independentemente o pulso ou a pressão arterial. | 4,2 | Muitos gostam. É um aplicativo completo para acompanhamento do mapa cardiológico, podemos ter uma visão ampliada de como está a saúde, com dados gráficos e estatística |
| 9 Monitor de frequência cardíaca (Luchystarsv Studio) | Medição da FC pela câmera do celular com gráfico | 4,1 | A maioria dos usuários gostaram. Aferição precisa. |
| 10 Health Mate-heart rate & Workout at Home&Loss Weight | Monitora passos, mede a frequência cardíaca em qualquer momento e lugar, desafios de treinamento físico, treinador pessoal de fitness com desafios, gráficos da forma de onda de pulso. Usa câmera do celular. | 4,8 | Não grava as medições. Sem acesso aos outros comentários. |

| | | | |
|---|--|-----|---|
| 11 Minha Saúde App | Fiscaliza a saúde de modo geral: Controlar PA, glicemia, colesterol, IMC, FC, FR, temperatura e cálculo da carga tabágica. Acesso aos principais macronutrientes. | 4,6 | A maioria elogia o aplicativo: útil, leve e didático com interface simples, clara e explicativa. Muito útil tanto para os pacientes quanto para os estudantes de medicina ou profissionais da saúde. |
| 12 Monitor cardíaco exclusivo | Usa a câmera do telefone. mede o batimento a qualquer momento e faz registro e organiza em categorias: descanso, exercício ou pós-exercício ou geral. | 4,4 | A maioria gostou do aplicativo. Muito útil e preciso. Fácil de mexer, preciso e muito bem elaborado. Reclamam das propagandas. |
| 13 Withings Health Mate | Monitora sinais vitais, peso, atividade física e desporto, sono. Registra os dados e gera relatório em PDF. Mede a frequência cardíaca pela câmera do celular | 4,4 | Os comentários se dividem, as melhores avaliações são anteriores a 2020. Reclamam da atualização. Pouca interação com outros APP. Só funciona para quem tenha equipamentos Withings. |
| 14. Monitor Saúde, Dieta e Fitness - Perda de Peso | Monitoriza, além da FC, o peso, ingestão de água, calorias, exercícios, sono, passos, medicações. Utiliza a câmera e o flash do celular para medir a FC. Alerta que não tem a intenção de substituir o aconselhamento médico | 4,1 | A maioria dos comentários são bons, mas se referem mais a questão da contagem de calorias e perda de peso. Falam pouco da medição da FC, alguns referem que o medidor não funciona. Reclamam das propagandas. |
| 15. Oxímetro de pulso - batida e oxigênio | Mede a FC e SpO2. Funciona somente em dispositivos Samsung de ponta: Galaxy Note4/5/7/8/9 e Galaxy S6/7/8/9/10. Gráfico de pulso em tempo real. Não deve ser usado como dispositivo médico, | 4,3 | Os comentários se dividem. Acham que ajuda pacientes com COVID. Alguns falam que serve somente para medir a frequência cardíaca e não a saturação de oxigênio. |
| 16. Frequência cardíaca mais | Mede os batimentos cardíacos usando a câmera do smartphone ou o sensor dedicado em seu smartphone/smartwatch Android Wear. | 4,1 | Os comentários são positivos. Alguns reclamam que esquentava muito o dedo. |
| 17. Diário de pressão arterial (Health & Fitness AI Lab) | Monitoramento de Pressão arterial e pulso. Não faz nenhuma medida direta. Gera estatísticas com gráficos. A ênfase maior é na pressão. arterial. | 4,6 | Comentários favoráveis. Serve como um diário, gera gráficos e classifica. Facilidade de visualização dos registros e dos valores da medição. Serve como histórico médico. Fácil utilização |
| 18. myWorkouts Heart Rate Monitor Sport GPS Tracker | Registra as atividades esportivas (movimentos via GPS, frequência cardíaca via Bluetooth). Usa a FC em repouso e o pulso máximo para calcular suas zonas de treinamento ideais. Necessita de uma cinta torácica que envia sua frequência cardíaca via Bluetooth. | 4,5 | Maioria dos comentários são favoráveis. Elogiam o registro e monitoramento em zonas de batimento cardíaco. Reclamam a falta de um alerta para quando se sai da zona alvo da FC. Versão somente em inglês. |

| | | | |
|--|---|-----|--|
| 19. Heart rate monitor (BM Innovations GmBH) | Documentação da frequência cardíaca em combinação com uma cinta peitoral Bluetooth inteligente. As zonas de treinamento diferentes são individualmente coloridas e facilmente compreensíveis. | 4,0 | Poucas avaliações negativas. É uma aplicação simples e eficaz. |
| 20. FITIV Pulse: Heart Rate Monitor + Workout Tracker | Monitoramento do treino com acompanhamento da FC, calorias, rota GPS. Grava as corridas ou passeios de bicicleta com seu smartwatch ou monitor cardíaco Bluetooth. | 4,3 | Opiniões se dividem. Versão para IOS é melhor. Poderia ter configuração para o português |
| 21. Diário de Pressão Arterial (Interactive Specialized Software) | Registrar, acompanhar e analisar sua pressão arterial e pulso. Fornece extensos diagramas e estatísticas para rastrear dados por longos períodos de tempo. Não mede a pressão arterial e o pulso. Possui modo offline | 4,2 | As opiniões se dividem. Alguns usuários acham que o aplicativo mede a PA e o pulso, mas na verdade é somente um diário. A medição deve ser externa. Aplicativo está em inglês. |
| 22. Contador de Calorias Pedômetro | Rastreia os passos, peso calorias, FC. Mede a FC pela câmera do celular | 4,3 | Majoria dos comentários são bons. Aplicativo de fácil utilização. |
| 23. Diagnóstico cardíaco (arritmia) | Informa sobre a FC, arritmia e onda de pulso cardíaco. Usa a câmera do celular para medir a FC. Alerta que, em caso de anormalidades, um teste ECG e consulta médica deve ser realizada. | 4,2 | Comentários na sua maioria são favoráveis. Pedem para atualizar os valores da FC segundo a Associação Brasileira de Cardiologia. Questionam se o aplicativo tem a capacidade de detectar arritmia. Muito bom, se utilizado da maneira correta. |
| 24. Rastreador de Pressão arterial | Monitora PA, FC, glicose e SpO2. Relatório em HTML, Excel e PDF. Não faz nenhuma medida diretamente. | 4,6 | APP muito fácil de usar e eficiente na sua proposta. Que permite mobilidade dos dados sem necessidade de reinserção. |

Tabela 2. Relação dos aplicativos selecionados na loja virtual Google Play®, Florianópolis, SC, Brasil, 2021.

PA – Pressão Arterial; FC – Frequência Cardíaca; GPS – Sistema de Posicionamento Global; eletrocardiograma (ECG); PDF – Formato Portátil de Documento, HTML - Linguagem de Marcação de Hipertexto, SpO2 – Saturação Periférica de Oxigênio; APP- Aplicativo Móvel

| Nome Aplicativo | Descrição | Nota | Comentários dos usuários |
|---------------------------------|--|------|---|
| 1 Cardio: pulso cardíaco | Análise, comparação e acompanhamento da FC, programa de treinamento, compatibilidade com outros APP e redes sociais. | 4,8 | A maioria das avaliações são positivas, no entanto alguns usuários alertam para incompatibilidades da FC quando comparada com outros aparelhos, dificuldades de verificação e o fato de não estar claro o valor do App. |

| | | | |
|--|--|-----|---|
| 2. Oxímetro de pulso batimento | Verificação da FC para apoiar a saúde e o bem estar, entretanto, recomenda aos usuários que necessitam verificar a FC como essencial para sua saúde procure um profissional de saúde. | 4,4 | Usuários reclamam de problemas para abrir o APP, dos valores e também da indisponibilidade de verificações de saturação e pressão arterial. |
| 3. Frequência Cardíaca Saúde BPM | Verificação da FC pela câmera do celular com percepções de especialistas. Alerta que o APP não se destina a uso médico e deve ser utilizado para fins de lazer e fitness, também não substitui a avaliação de um profissional de saúde. | 5 | Avaliações positivas dos usuários. |
| 4. Frequência Cardíaca Mais | Verificação da FC pela câmera do celular, emite alerta para lembretes de verificação. Alerta que não é um produto medicinal. | 4,7 | A maioria das avaliações são positivas, alguns usuários mencionam a acurácia das verificações. |
| 5. HeartBeat - Monitor Cardíaco | Verificação da FC pela câmera do celular, com gráficos de acompanhamento e alertas de verificação. Alerta que não foi testado em pessoas com problemas de saúde, não deve ser usado para uso médico e não substitui a avaliação de um profissional de saúde. | 4 | Os usuários reclamam da cobrança nos 7 primeiros dias de uso que supostamente seria gratuito. |
| 6. Heart Care | Verificação da FC pela câmera do celular, os smartwatches e pulseiras, monitoramento do ritmo cardíaco e histórico das verificações, cadastro de contatos de emergência. Além disso, permite agendar horários de remédios, exames e consultas. Alerta de que não é um instrumento clínico e não substitui a avaliação de um profissional da saúde. | 4,5 | Geralmente bem avaliado, os usuários sugerem melhorias. |
| 7. Pulse Plus: Batimento Cardíaco | Verificação da FC por fotoplestimografia, exibição visual dos dados e histórico de medições. | 4,5 | Usuários reclamam das funcionalidades e valor da assinatura. |
| 8. GZ Heart: Monitor Frequência | Deteção da FC e análise de estresse por meio da câmera e smart watch, fornece gráficos intuitivos, comparação dos dados. Alerta para procurar profissionais de saúde. | 4,6 | Usuários reclamam que o APP não cumpre com as funcionalidades propostas. |
| 9. Pulse APP: Monitor do Coração | Deteção da FC de adultos e crianças pela câmera do celular em diferentes condições físicas. Acompanha ingestão diária de calorias e calorias queimadas após exercício físico e contagem de passos, permite compartilhamento das verificações. | 4 | Todos os usuários reclamam da cobrança nos 7 primeiros dias de uso que supostamente seria gratuito. |
| 10. Pressão Sanguínea - Monitor | Monitoramento do sistema cardiovascular, da FC e PA pela câmera do celular. Alerta para o fato de que o APP não se destina ao uso médico. | 4,2 | Os usuários reclamam do não cumprimento das funcionalidades do APP de verificação de pressão arterial e dificuldades para o cancelamento. |
| 11. Monitor Frequência Cardíaca | Deteção da FC pela câmera do celular, pode ser usado durante e após atividades físicas, gráfico de exibição. Alerta que apesar das medições precisas não é um equipamento médico profissional, orienta buscar aconselhamento de profissional da área da saúde. | 4,6 | Avaliações positivas e alguns usuários reclamam das funcionalidades. |

| | | | |
|---|--|-----|---|
| 12. Minha frequência cardíaca | Detecção da FC pela câmera do celular tanto em modo sono, descanso quanto esportivo, fornece curva de batimentos cardíacos, exibe tendências, plano de dieta, teste psicológico e contato de emergência. App utilizado para referência de dados de frequência cardíaca e não substitui a avaliação de profissionais da saúde e equipamentos médicos. | 4,3 | Questionamentos sobre o cancelamento o APP. |
| 13. HeartWatch: Monitor Frequência | Monitora hábitos de vida através das informações de atividades do smartwatch como FC, PA, VFC, emite alerta de frequências cardíacas, monitora a frequência cardíaca durante atividades e treino. Alerta sobre possíveis problemas de saúde, fornece informações para apresentar aos médicos. | 4,6 | Bem avaliado pelos usuários, apenas com algumas sugestões de melhorias. |
| 14. Frequência cardíaca - InPulse | Detecção de FC pela câmera do celular, fornece histórico de medições, emite lembretes de verificação e controla nível de estresse. Alerta de que o APP deve ser utilizado como fonte de informação e não para finalidades médicas. | 4,5 | Usuários se queixam de não fornecer oximetria, como promete. |
| 15. FITIV Pulse Heart Rate Monitor | Acompanhamento esportivo através de smartwatches e aplicativos de treinos. Fornece rotas de treinos, personalização de treinos, mapas de acompanhamento. | 4,8 | APP bem avaliado pelos usuários. |
| 16. Batimento Cardíaco e Saúde | Verificação de FC e métricas associadas pela câmera do celular, compreensão de atividade, estresse e saúde. Não é um APP de serviço médico, as medições servem de informações e para educação. | 4,7 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 17. Frequência Cardíaca Plus | Detecção de FC via câmera do celular para proteger o coração, teste de aptidão física, demonstração de dados, monitora número de passos diários e sono, fornece artigos de saúde, proteção de dados, conexão com APP de saúde do celular. | 5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 18. Monitor cardíaco exclusivo | Verificação de frequência cardíaca via câmera do celular, dados exibidos em descanso, exercício ou pós-exercício. Não é um dispositivo médico. | 4,8 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 19. Heart Graph | Acompanhamento das variações de FC ao longo do tempo, inclusive durante os exercícios físicos, conectado ao aplicativo de saúde do celular, smartwatches. Emite alertas de frequências muito altas ou baixas, cálculo de calorias. | 4,7 | APP bem avaliado pelos usuários, sem muitas reclamações. |
| 20. Monitor de frequência cardíaca | Detecção de FC pela câmera do celular, histórico e gráficos | 5 | APP bem avaliado pelos usuários. |
| 21. Monitor de frequênciaPulseDo | Medição de FC pela câmera do celular, dispõe de sessões de meditação e exercícios respiratórios para momentos de estresse e ansiedade. | 5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |

| | | | |
|---|--|-----|--|
| 22. SmartePulse Heart Rate Monitor | Verificação de FC pela câmera do celular, meditações, rastreamento do consumo de água, rastreamento da pressão sanguínea, rastreamento para parar de fumar, ciclo menstrual, horas de sono, contato de emergência, hospitais próximos e apito. Não foi testado em pessoas com problemas de saúde, as informações são para fins educacionais. | 4 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 23. Cardíaca. Monitor de Pulse | Verificação de FC pela câmera do celular, emite lembretes de verificação, controla os níveis de estresse. | 4,2 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 24. GZ Pulse: Heart Rate Monitor | Verificação de FC pela câmera do celular e traçado do eletrocardiograma. | 4,5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 25. Gravador Talk and Snore: Calma | Verificação de FC pela câmera do celular, monitoramento do sono e alarme inteligente, fornece gráficos do sono. | 4,1 | Somente um comentário favorável. |
| 26. Batimento Cardíaco Monitor | Monitoramento da saúde e aptidão física, FC pela câmera do celular, emissão de alerta de verificações, análises de FC. Não é um equipamento médico, utilizado somente para informações de saúde. | 4,6 | Apenas um comentário em relação a alterações nas verificações. |
| 27. Pulsely - Monitora tua saúde | Analisa a FC pela câmera para calcular níveis de produtividade, estresse e energia. Fornece estatísticas, lembretes e comentários para sessões de meditação. | 5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 28. Instant Heart Rate Monitor | Verificação de FC pela câmera do celular, integração com APP de saúde do celular, histórico dos dados. APP para uso recreativo e fitness não é um produto médico e não deve ser usado para diagnóstico. | 5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 29. Heart Rate Plus PRO | Verificação de FC pela câmera do celular, gráficos de verificações, lembretes de verificações, histórico e integração com o APP de saúde do celular. Não é um produto medicinal. | 5 | Não é possível visualizar os comentários dos usuários. |
| 30. Ritmo Cardíaco Instante | Monitora a FC ao colocar a ponta dos dedos sobre o flash da câmera para verificação. Calcula a zona de atividade do ritmo cardíaco e apresenta gráficos de forma ondulada, contínua ou auto-stop. | 4,9 | No geral os comentários são positivos. Alguns comentários informam que o app possui versão free nos primeiros 30 dias, mas que após este período, há um upgrade para a versão paga sem necessariamente terem adquirido. Solicitam reembolso. |
| 31. Blood Oxygen App | App para monitoramento de saúde, incluindo oxigenação, FC, alertas de saturação baixa e dados estatísticos. | 4,6 | No geral os comentários são negativos, apontando que o app não responde à que se propõe. Comentários apontam que a oxigenação não é aferida e sim informada. |

| | | | |
|---|---|-----|--|
| 32. Heart Pulse – Pulso Medidor | O app é intuitivo e mede a FC utilizando a câmera e flash do telefone. Apresenta recursos como: gráfico em forma de ondas e histórico de medições anteriores. | 4,5 | Não disponíveis. |
| 33. Welltory: Batimento cardíaco | Faz medições cardíacas através da aplicação do dedo sobre a câmera do telefone. Cria registro para avaliação do histórico de dados. | 4,6 | A maioria dos comentários são negativos. Os comentários destacam principalmente o problema de o app não estar disponível em português. |

Tabela 3. Relação dos aplicativos selecionados na loja virtual Apple Store®, Florianópolis, SC, Brasil, 2021.

FC – Frequência Cardíaca; APP - Aplicativo Móvel; PA - Pressão Arterial

Quanto a categoria: 84 % (48) foram classificados como “Saúde Fitness” e 16 % (9) como “Medicina”. Em relação aos desenvolvedores, a maioria dos aplicativos 84,2% (48) originaram-se de desenvolvedores particulares e sem veiculação a projetos de pesquisas e 15,7% (9) foram criados por desenvolvedores autônomos. Nenhum desenvolvedor fez menção a qualquer pesquisa realizada para avaliar a eficácia do seu aplicativo.

Quanto a classificação indicativa, 43,8 % (25) está indicado para a população acima de 4 anos; 1,7% (1) acima de 10 anos; 12,2 % (7) acima de 12 anos; 1,7 % (1) para a população acima dos 17 anos e 40,3% (23) tem classificação livre. O tamanho do download variou de 1.7 à 229.0 megabytes. Os aplicativos em sua maioria foram direcionados para o público em geral. Em relação à aquisição, 49,1% são pagos; 33,3% gratuitos e 17,5% gratuito/pago.

Na análise dos comentários, observou-se que as maiores queixas dos usuários na utilização dos APP estavam relacionadas a grande quantidade de anúncios, problemas nas funcionalidades e a versão do APP ser disponibilizada somente na língua inglesa.

DISCUSSÃO

A presente pesquisa encontrou 58 % (33) dos APP selecionados na loja virtual Apple Store® e 42 % (24) dos APP selecionados na Google Play®. O monitoramento em saúde fornecido pelos aplicativos de FC serviram para medir, registrar, exibir, informar, orientar e compartilhar informações.

Os APP conseguem se estabelecer em todos os campos de atuação humana facilitados pela disseminação dos smartphones. Na saúde, configura-se como uma estratégia de promoção e prevenção apoiada pela facilidade de acesso e custo (SILVA et al., 2020). Entre aqueles projetados para cuidados com a saúde, os APP de monitoramento possuem objetivos diversos que monitoram vários aspectos de atividades das pessoas e vários parâmetros importantes do bem-estar físico e mental com estímulos de práticas saudáveis.

Os dispositivos tecnológicos fornecem uma infinidade de recursos e benefícios para a população e profissionais de saúde (ALMEIDA et al., 2019). Nesse sentido, apoia a assistência e segurança dos pacientes de maneira simples, integrada e intuitiva. Pode colaborar em políticas públicas de enfrentamento de diversas condições como obesidade e tabagismo aumentando o acesso a cuidados de saúde e o manejo de doenças crônicas. As conformações dos APP são diversas com textos simples até os mais complexos com interações com os usuários (SILVA et al., 2020).

Os monitores de FC servem para medir, registrar e analisar um aspecto vital da condição humana. É um parâmetro de importância diagnóstica e prognóstica. Os APP são capazes de medir a FC em tempo real e armazenar dados (ALMEIDA et al., 2019). Os aplicativos de FC na pesquisa presente apresentaram vários objetivos como medidas diretas da FC sozinha ou associadas a medições de outros parâmetros como a pressão arterial, uma forma de diário para registro, acompanhamento e gráficos dos batimentos cardíacos, checagem de ansiedade e stress, acompanhamento do traçado do eletrocardiograma (ECG), no exercício e perda de peso, monitoramento da saúde de maneira geral e compartilhamento com profissionais de saúde.

Nos comentários dos usuários notou-se uma preocupação com a precisão da medida da FC e chegam a fazer comparações com outros dispositivos. Pesquisas têm avaliado a precisão dessa medição. O estudo que objetivou avaliar a precisão dos dados de FC e saturação periférica de oxigênio (SpO₂) de 101 pacientes obtidos por meio de um smartphone em comparação com as medições de um monitor de sinais vitais e um dispositivo de gasometria arterial mostrou que os valores obtidos pelo smartphone foram considerados consistentes com as medidas dos aparelhos de referência. Podem então ser utilizados para triagem realizada pelo próprio indivíduo antes de ir ao hospital. O acompanhamento dos sinais vitais pode propiciar uma intervenção médica precoce, mas também reduzir internações hospitalares desnecessárias e custos relacionados à saúde. No entanto, faltam estudos de validação (TAYFUR; AFACAN, 2019).

O acompanhamento da FC pode auxiliar no monitoramento do exercício aeróbico, promoção e prevenção de doenças cardiovasculares. Esses APP têm potencial até para identificar arritmias como Fibrilação Atrial (FA) (ALMEIDA et al., 2019). No exercício, a FC é um parâmetro importante a ser medido (JAAFAR; MURUGAN, 2019). A FC aumenta com a intensidade da atividade e é a única variável que pode ser medida e analisada em tempo real durante o exercício. Nesse sentido, os APP parecem ser precisos na medição da FC e sua variabilidade, mas existem diferenças conforme o tipo, modo e intensidade do exercício. Pode ocorrer falta de precisão quando medido durante o exercício em relação à medida no repouso (ALMEIDA et al., 2019).

A atividade física previne condições crônicas, o que tem levado a população a se envolver mais com exercícios. No entanto, há riscos em indivíduos sedentários e também para atletas em atividades vigorosas. Nesses casos, a verificação da FC durante o exercício é importante para mantê-la dentro das diretrizes definidas, planejamento da atividade, fornecer dados fisiológicos, intensidade da atividade, consumo de energia e avaliação e cálculo da FC relativa à intensidade da carga de trabalho. Além disso, fornece informações durante e após o exercício sobre a aptidão cardiovascular e na prevenção de eventos cardíacos futuros. Nesses casos, a medição da FC é um guia. Os aplicativos são fáceis de usar, não necessitam de outros dispositivos ou maiores habilidades. Além disso, é uma alternativa aos monitores de ECG. O monitor é mais complicado para se utilizar devido a necessidade de eletrodos e fios e custos mais elevados. Alguns requerem cinta torácica que dificulta para indivíduos com pele sensível (JAAFAR; MURUGAN, 2019).

Algumas pesquisas tentam determinar sua precisão durante os exercícios. No entanto, ainda faltam estudos de validação dessas tecnologias durante o exercício (JAAFAR; MURUGAN, 2019). O estudo que determinou a precisão de um aplicativo de smartphone disponível gratuitamente, APP Cardiio, para medir a FC através do dedo e da face em repouso no exercício moderado a vigoroso comparando com oxímetro de pulso com 40 adultos saudáveis, mostrou que houve uma concordância de medidas entre a FC obtida pelo aplicativo e o oxímetro de pulso em repouso e após o exercício (POH; POH, 2017). Outra pesquisa que examinou a precisão de um aplicativo de monitoramento de FC durante o repouso e exercício de intensidade moderada com monitoramento por meio de eletrocardiógrafo e aplicativo para smartphone mostraram que ambas as medições foram precisas, principalmente em repouso. Concluíram que os APP fornecem um método eficiente e de baixo custo para rastreamento não médico da FC e sugerem que pesquisas futuras investiguem a diferença de precisão para tom da pele, etnia, raça, tamanho das mãos e calosidade das pontas dos dedos (YAKEL et al., 2019). Outro aplicativo de monitoramento de FC de smartphone chamado *Instant Heart Rate: Azumio* foi avaliado durante exercícios em esteira em indivíduos saudáveis com cargas de trabalho diferentes e comparando a FC do aplicativo com o ECG. Concluíram que o APP estima com precisão a FC em repouso, no exercício de intensidade baixa a moderada e no período de recuperação. No entanto, torna-se menos consistente durante o exercício de alta intensidade sendo mais adequado então para atividades de intensidade baixa e moderada (JAAFAR; MURUGAN, 2019).

As diferenças de medição encontradas, conforme a intensidade do exercício, podem ser explicadas. Na pesquisa de Jaafar; Murugan (2019), muitos participantes tiveram dificuldade para manter a pegada da ponta do dedo na câmera do smartphone. Também houve dificuldade com valores flutuantes durante a corrida com movimento excessivo da mão, suor e outros artefatos durante o exercício. Nos exercícios de alta intensidade, as medições são passíveis de correção com uma tecnologia de câmera mais avançada ou a utilização de outro aplicativo (JAAFAR; MURUGAN, 2019). Os pequenos aumentos na diferença de batimentos cardíacos após os exercícios podem ser atribuídos aos artefatos de movimento como a respiração mais pesada e o fato dos participantes não estarem imóveis (POH; POH, 2017).

Outros estudos mostram também o potencial dos APP para identificar fibrilação atrial. A FA causa morbidade e mortalidade substanciais e leva a um risco cinco vezes maior de acidente vascular encefálico (AVE). No entanto, grande parte fica sem diagnóstico pela natureza assintomática e episódica da doença. Cerca de 20% dos AVE induzidos por fibrilação atrial ocorrem com FA não diagnosticada, então seu diagnóstico precoce pode ser um método de prevenção. Nesse sentido, ferramentas digitais têm o potencial de detectar e monitorar FA crônica. Podem ajudar pacientes a tomar medicamentos de controle ou a procurar atenção médica. Por outro lado, não está definido também se pacientes com FA descoberto por meio da triagem teriam benefícios com o uso de medicação anticoagulante (O’SULLIVAN et al., 2020). Arritmias graves podem não ter sintomas, serem transitórias e melhorarem sem tratamento especialmente no estágio inicial. Os APP favorecem a medição da FC fora do ambiente hospitalar, mas faltam evidências científicas de sua precisão e, por consequência, torna-se difícil sua indicação por profissionais de saúde. No primeiro momento, as medidas de FC podem parecer inócuas, no entanto, elas precisam ser seguras, precisas e confiáveis (PIPITPRAPAT et al., 2018).

As pesquisas sobre FA e medição da FC não foram conclusivas. O estudo que objetivou determinar a precisão dos aplicativos de smartphone que medem a FC para detectar FA concluiu que todos os aplicativos de câmera de smartphone tiveram alta sensibilidade e especificidade. O valor preditivo negativo foi alto para todas as análises, mas o valor preditivo positivo foi modesto. O estudo incluiu aplicativos com capacidade de produzir pelo menos um traçado de eletrocardiograma de derivação única. Seus autores não endossam qualquer aplicativo e sugerem mais pesquisas com boas metodologias. Parecem descartar FA em um paciente saudável e assintomático, mas um resultado positivo parece mais provável ser um falso positivo (O’SULLIVAN et al., 2020). Outra pesquisa comparou a FC detectada por três aplicativos do smartphone com o monitoramento do ECG padrão em 140 pacientes adultos de unidade de terapia intensiva. Demonstrou que as medidas de FC em todas as aplicações foram correlacionadas com o monitoramento de ECG e não mostraram diferenças em relação à pigmentação da pele escura. No entanto, a precisão diminuía em caso de ritmo irregular como FA (PIPITPRAPAT et., 2018).

Na medição, a regularidade do sinal é analisada levando em consideração a morfologia da onda e seu tempo. O diagnóstico de FA acontece se o sinal atingir um limiar de ritmo irregular. Se uma pessoa saudável e assintomática tiver detectado FA, o resultado provavelmente será um falso positivo. Então, não aconselham a usar o dispositivo para rastrear uma população assintomática, mas sim examinar se o valor preditivo positivo melhora em população seletiva de alto risco para FA (O’SULLIVAN et al., 2020). No caso de pacientes com arritmias em que a precisão diminui pode ser explicada porque a forma de onda medida compreende uma onda fisiológica pulsátil que reflete mudanças cardíacas sincronizadas no volume de sangue com cada batimento cardíaco. Durante a taquicardia, intervalos curtos de batimentos não permitem tempo suficiente para o enchimento diastólico

do ventrículo esquerdo, causando um baixo volume sistólico e podem afetar a imprecisão de APP para detecção de FC. Outro fator é o tempo de medição da FC com tempo inferior ao preconizado já que, durante a fibrilação arterial deve-se contar por 60 segundos. A precisão pode ser influenciada também pela cor da pele já que o contato requer uma boa qualidade de sinal que pode ser influenciada pela quantidade de pigmento de melanina na epiderme. Outros fatores como a cooperação do paciente, movimento dos dedos, pele úmida ou seca e temperatura fria das pontas dos dedos podem influenciar os resultados (PIPITPRAPAT et al., 2018).

Quanto ao modo de medição, a maioria dos aplicativos utilizou o princípio de fotopleletismografia sendo necessária somente uma câmera equipada com flash. A qualidade da câmera não exerce muita influência. O princípio se baseia na maior absorção de luz pelo sangue do que pelo tecido circundante e o reflexo da luz sofrerá influência da variação do volume de sangue durante a diástole e a sístole. As mudanças de luz durante a pulsação arterial serão processadas como leitura da FC (JAAFAR; MURUGAN, 2019). Esse princípio utiliza um diodo emissor de luz para iluminar a pele de uma pessoa no local da medição e um fotodiodo para medir as mudanças na absorção de luz para produzir uma forma de onda pulsátil que corresponde ao tempo de cada batimento cardíaco (POH; POH, 2017). Por outro lado, pode haver diferenças na medição utilizando o mesmo princípio de plestimografia seja por contato ou sem contato (dedo e face). As medidas podem apresentar margem de erro relativamente alta de 7 a 8 batimentos por minuto (ALMEIDA et al., 2019). No método sem contato, a câmera é mantida em frente ao rosto do usuário e com contato, o usuário coloca o dedo sobre a câmera e o flash fornece a fonte de luz necessária para que as células sanguíneas se tornem visíveis (TAYFUR; AFACAN, 2019). No caso da medição sem contato, depende da iluminação do ambiente com base em imagens do PPG (POH; POH, 2017). Estas medições estão se generalizando com o desenvolvimento das tecnologias e atualizações de software para estes dispositivos e dessa forma está aumentando a precisão das medidas. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas com amostras maiores e populações diferentes (TAYFUR; AFACAN, 2019).

Na presente pesquisa, a maioria dos APP foram implementados por desenvolvedores particulares. Um estudo de revisão relata que, na sua maioria são criados realmente por desenvolvedores particulares sem veiculação com projetos de pesquisa demonstrando uma falta de estudos nesse meio. Muitas vezes são idealizados por profissionais de saúde e projetados por profissionais de tecnologia da informação, mas nem sempre com uma metodologia adequada e associados a projetos de pesquisa. Essas produções são importantes porque favorecem a análise e validação por profissionais com compreensão específica das necessidades reais dos usuários com implementação, na prática (SILVA et al., 2020). Enfatiza a importância da validação dessas ferramentas para seu uso correto e considerando suas aplicações possíveis (ALMEIDA et al., 2019). Pesquisas com protocolos bem estabelecidos levam coerência, conveniência, praticidade e segurança ao processo de criação de aplicativos.

Um aspecto importante a ser enfatizado na presente pesquisa é o de que muitos desenvolvedores alertam que o APP não é um dispositivo médico e não substitui a avaliação de um profissional. Servem somente como fonte de informação e isso deve ser deixado bem claro aos usuários. Para ser usado como dispositivo médico precisa ser aprovado por órgãos reguladores apropriados e não pode ser usado no lugar de um oxímetro de pulso ou monitor de frequência cardíaca de ECG. Por outro lado, esse potencial de medir com precisão a FC auxilia no diagnóstico em consultas de vídeo pela telemedicina e contribuir no gerenciamento de doenças crônicas, especialmente aqueles que não têm acesso a cuidados médicos (POH; POH, 2017).

Com relação à aquisição dos APP, a maioria são pagos. O fato do aplicativo ser gratuito não quer dizer que sejam inferiores aos pagos, mas podem não ser tão completos e possuir menos funcionalidades (SILVA et al., 2020).

Como limitações nesse estudo pode-se citar a falta de informações mais detalhadas nas descrições dos aplicativos. Esse fato dificultou a compreensão de suas funcionalidades e objetivos. Outra limitação é a rapidez como os pontos da avaliação de cada APP pode mudar dependendo da época em que é realizada a coleta nas lojas virtuais. Pode-se destacar também a subjetividade dos comentários dos usuários que dependem de fatores como o entendimento do que se propõe o APP e do domínio da ferramenta.

CONCLUSÃO

Em monitoramento em saúde, foram encontrados vários APP que abordam a FC. A maioria realizava a medição direta. Outros serviam de canal para receber dados de dispositivos médicos e fazer o registro com gráficos e estatísticas. As finalidades foram várias como medidas diretas da FC sozinha ou associadas a medições de outros parâmetros, uma forma de diário para registro, acompanhamento e gráficos dos batimentos cardíacos, checagem de ansiedade e stress, acompanhamento do traçado do ECG, detecção de FA, no exercício e perda de peso, monitoramento da saúde de maneira geral e compartilhamento com profissionais de saúde.

Para estudos futuros, sugere-se o desenvolvimento e implementação de aplicativos de FC que sejam validados pelo público alvo. Dessa forma, possam ter maior fidedignidade, qualidade nas suas medições para atingir os objetivos a que se propõem e possam ser usados com segurança.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, Marcos et al. Measuring Heart Rate During Exercise: From Artery Palpation to Monitors and Apps. **Int J Cardiovasc Sci**, v. 32, n. 4, p. 396-407, 2019.
2. COPPETTI, Thomas et al. Accuracy of smartphone apps for heart rate measurement. **Eur J Prev Cardiol**, v. 24, n. 12, p. 1287-93, 2017.
3. FARIAS, Karol Fireman et al. Prospecção tecnológica de aplicativos móveis para monitoramento de saúde da mulher. **Revista GEINTEC**, v. 11, n. 1, p. 5823-34, 2021.

4. GREGOSKI, Mathew J. et al. Development and validation of a smartphone heart rate acquisition application for health promotion and wellness telehealth applications. **Int J Telemed Appl**, v. 2012, 2012.
5. JAAFAR, Zulkarnain; MURUGAN, Aravind Kumar. Validation of smartphone free heart rate monitoring application during treadmill exercise. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 112-15, 2019.
6. LEE, Eun Sun et al. Accuracy of heart rate measurement using smartphones during treadmill exercise in male patients with ischemic heart disease. **Ann Rehabil Med**, v. 41, n. 1, p. 129, 2017.
7. MITCHELL, Katy et al. Reliability and validity of a smartphone pulse rate application for the assessment of resting and elevated pulse rate. **Physiother Theory Pract**, v. 32, n. 6, p. 494-99, 2016.
8. MORAIS, Emanuel Rodrigues et al. Serious games para educação em higiene bucal infantil: uma revisão integrativa e a busca de aplicativos. **Ciênc Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3299-3310, 2020.
9. O'SULLIVAN, Jack W. et al. Accuracy of smartphone camera applications for detecting atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. **JAMA Netw Open**, v. 3, n. 4, p. e202064-e202064, 2020.
10. PIPITPRAPAT Weenita et al. The Validation of Smartphone Applications for Heart Rate Measurement. **Ann Med**, v. 50, n. 8, p.721-27, 2018.
11. POH, Ming-Zher; POH, Yukkee C. Validation of a standalone smartphone application for measuring heart rate using imaging photoplethysmography. **Telemed J E Health**, v. 23, n.8, p. 678-83, 2017.
12. SILVA, Andressa Hennig; FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 16, n. 1, 2015.
13. SILVA, Rafael Henrique et al. Aplicativos de saúde para dispositivos móveis: Uma revisão integrativa. **Braz. J. Hea. Rev.**, v.3, n.5, p. 11754-65, 2020.
14. SPIERER, David K. et al. Validation of photoplethysmography as a method to detect heart rate during rest and exercise. **Journal of medical engineering & technology**, v. 39, n. 5, p. 264-271, 2015.
15. TAYFUR, İsmail; AFACAN, Mustafa Ahmet. Reliability of smartphone measurements of vital parameters: A prospective study using a reference method. **Am J Emerg Med**, v. 37, n. 8, p. 1527-1530, 2019.
16. VANDENBERK, Thijs et al. Clinical validation of heart rate apps: mixed-methods evaluation study. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 5, n. 8, p. e129, 2017.
17. YAKEL, John P. et al. Accuracy of smartphone application to monitor heart rate. **Jo Sports Med Phys Fitness**, v. 59, n. 8, p. 1281-84, 2019.
18. YAN, Bryan P. et al. Resting and postexercise heart rate detection from fingertip and facial photoplethysmography using a smartphone camera: a validation study. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 5, n. 3, p. e33, 2017.
19. ZAMAN, Rifat et al. Novel fingertip image-based heart rate detection methods for a smartphone. **Sensors**, v. 17, n. 2, p. 358, 2017.