

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

MARCELA LOPES ALVES

CRIAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO  
CARDIOVASCULAR POR E-HEALTH E IMPACTO NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA E QUALIDADE DE VIDA

Brasília - DF  
2024

MARCELA LOPES ALVES

CRIAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO  
CARDIOVASCULAR POR E-HEALTH E IMPACTO NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA E QUALIDADE DE VIDA

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em Ciências da  
Reabilitação pelo Programa de Pós-Graduação em  
Ciências da Reabilitação da Universidade de  
Brasília - Faculdade da Ceilândia (FCE/UnB).

Orientadores: Prof. Dra. Graziella França Bernadelli Cipriano  
Orientador: Prof. Dr. Gerson Cipriano Júnior

Brasília - DF  
2024

Alves, Marcela Lopes

A474c CRIAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR POR E-HEALTH  
E IMPACTO NA CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA E QUALIDADE DE VIDA / Marcela

Lopes Alves. -- Brasília, 2024.

73 f.

Orientadora: Graziella França Bernadelli Cipriano.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Saúde.  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2024.

1. Telerreabilitação. 2. Reabilitação cardiovascular. 3. Telemedicina. 4. Exercício. I. Cipriano, Graziella  
França Bernadelli, orient. II. Título.

MARCELA LOPES ALVES

CRIAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO  
CARDIOVASCULAR POR E-HEALTH E IMPACTO NA CAPACIDADE  
CARDIORRESPIRATÓRIA E QUALIDADE DE VIDA

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em Ciências da  
Reabilitação pelo Programa de Pós-Graduação em  
Ciências da Reabilitação da Universidade de  
Brasília - Faculdade da Ceilândia (FCE/UnB).

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Alexandre Simões Dias  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Guilherme Peixoto Tinoco Arêas  
Universidade Federal do Amazonas

---

Prof. Dr. Vinícius Zacarias Maldaner da Silva  
Universidade de Brasília

---

Profa. Dra. Graziella França Bernardelli Cipriano  
Universidade de Brasília

---

Prof. Dr. Gerson Cipriano Júnior  
Universidade de Brasília

Brasília, 6 de setembro de 2024

*"Àqueles que sempre acreditaram em mim e estiveram ao meu lado em todos os momentos: dedico esta dissertação com imensa gratidão."*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por ter me sustentado e guiado em cada momento desta jornada desafiadora. Nos dias em que as forças pareciam se esgotar e o caminho incerto me sobrecarregava, foi a fé que me manteve de pé. Sem Sua presença e graça, não teria encontrado a resiliência necessária para seguir adiante.

À minha família, que esteve ao meu lado em todos os momentos, expresso minha mais profunda gratidão. Vocês me viram enfrentar as maiores dificuldades e, mesmo assim, nunca deixaram de acreditar em mim. Aos meus pais, Antonio Alves e Helen Aparecida que me apoiaram com amor, paciência e encorajamento nos momentos de fraqueza, e a certeza de que minha avó, Irany Gama, mesmo que em meu coração, sempre sentia sua presença e incentivo para não desistir. Vocês foram meu porto seguro quando as tempestades se intensificaram. Também meus padrinhos Hilton Gama e Lindimagda Guedes, às minhas primas Letícia Guedes e Bárbara Guedes e meu tio Flávio Gama agradeço o incentivo e apoio para alcançar essa conquista.

À Universidade de Brasília, que não apenas me proporcionou um ambiente acadêmico enriquecedor, mas também foi palco de muitos desafios que testaram minha perseverança. Agradeço profundamente aos docentes e colaboradores que, com paciência e compreensão, me ajudaram a superar os obstáculos e a transformar as dificuldades em aprendizado. Em especial, aos meus orientadores, Gerson Cipriano e Graziella Cipriano, que com suas valiosas orientações e oportunidades de crescimento acadêmico e profissional. Agradeço também os pacientes e profissionais que foram essenciais na existência dessa pesquisa. Gostaria de expressar minha mais sincera gratidão aos membros da banca examinadora pelas valiosas contribuições e considerações apresentadas durante a defesa desta dissertação. Suas observações foram essenciais para o aprimoramento deste trabalho e enriqueceram significativamente o processo de construção deste estudo. Agradeço, também, pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos e pela dedicação em avaliar este projeto com tanto rigor e cuidado.

Sou especialmente grata à FAPDF e à CAPES, cujo apoio financeiro foi fundamental para a realização deste trabalho. Sem esse fomento, seria muito mais difícil lidar com as pressões e os desafios do percurso acadêmico.

Aos colegas do grupo de pesquisa, que compartilharam comigo não apenas o trabalho árduo, mas também os momentos de alegria, dúvida, ansiedade, resiliência e superação, Ana Clara, Amanda, Carolina, Carla, Cássia, Robson, meu sincero agradecimento. Juntos, enfrentamos longas horas de estudo e debates intensos, mas também crescemos e nos fortalecemos enquanto equipe e indivíduos.

Por fim, aos amigos de vida, minha mais profunda gratidão. Nos momentos mais difíceis, quando o peso do mestrado parecia insuportável, foram vocês que trouxeram leveza, descontração e alegria, me ajudando a manter a sanidade e o equilíbrio emocional. A amizade de vocês foi essencial para minha resiliência.

A cada um de vocês, meu muito obrigado por estarem comigo nos altos e baixos, e por me ajudarem a transformar os desafios em força. Esta conquista também é de vocês.

*"A vida não é sobre esperar a tempestade passar,  
mas sim aprender a dançar na chuva."*

*Vivian Greene*



## RESUMO

**Introdução:** A reabilitação cardiovascular remota (RCR) tem se consolidado como uma abordagem eficaz para melhorar a saúde de pacientes com insuficiência cardíaca (IC). Entre as modalidades de RCR, a telerreabilitação tem se destacado como uma alternativa viável à reabilitação convencional, oferecendo maior acessibilidade ao superar barreiras geográficas. Além disso, a telerreabilitação tem promovido resultados clínicos favoráveis, com o benefício adicional de aumentar a adesão dos pacientes aos programas de reabilitação. **Objetivo:** Avaliar a usabilidade de uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota (RCR) por profissionais de saúde, e examinar seus efeitos na capacidade cardiorrespiratória, força muscular e qualidade de vida de voluntários com insuficiência cardíaca (IC). **Metodologia:** Este trabalho são dois estudo sendo um estudo observacional qualitativo envolveu profissionais de saúde experientes em reabilitação cardiovascular, recrutados pelo método bola de neve entre julho e outubro de 2023. A usabilidade do aplicativo *eHeart* foi avaliada por meio do questionário PSSUQ. Paralelamente, foi realizado um estudo de intervenção de braço único, com avaliações pré e pós-intervenção, incluindo voluntários com insuficiência cardíaca que utilizaram o *eHeart*, uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota. O aplicativo permitiu a prescrição individualizada de exercícios e foi utilizado para avaliar seus efeitos na capacidade cardiorrespiratória, qualidade de vida e força muscular periférica dos voluntários. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 66968223.2.0000.8093) e registrado no ReBEC sob o código RBR-10rssrtj.

**Resultados:** Um total de 21 participantes, com média de idade de  $34,4 \pm 6,29$  anos, predominantemente mulheres (71%) e fisioterapeutas com experiência profissional substancial em ambiente hospitalar (42%), avaliou a usabilidade do aplicativo. O *eHeart* obteve uma alta pontuação de usabilidade total ( $1,49 \pm 0,76$ ) e na análise dos domínios (InfoQual ( $1,60 \pm 0,87$ ), InterQual ( $1,50 \pm 0,84$ ) e SysUse ( $1,37 \pm 0,58$ )). O índice alfa de Cronbach apresentou alta consistência interna para o questionário geral (0,749). O índice alfa de Cronbach demonstrou alta consistência interna para o questionário (0,749). Além disso, 12 pacientes com insuficiência cardíaca (58% homens, majoritariamente idosos, classes I e II da NYHA) participaram do estudo. Após o uso do *eHeart* na reabilitação, houve um aumento significativo na capacidade cardiorrespiratória, avaliada pelo teste de degraus ( $85 \pm 44$  vs.  $129 \pm 48$ ,  $p = 0,02$ ,

Cohen D = 0,45), bem como uma melhora na qualidade de vida, mensurada pelo EQ-5D-5L ( $0,628 \pm 0,247$  vs.  $0,719 \pm 0,179$ ,  $p = 0,03$ , Cohen D = 0,37), força de preensão palmar ( $31,55 \pm 11,72$  vs.  $31,00 \pm 14,32$ ,  $p = 0,39$ , Cohen D = 0,12), isometria de extensão de joelho ( $31,98 \pm 12,43$  vs.  $37,88 \pm 16,96$ ,  $p = 0,16$ , Cohen D = 0,40), flexão de joelho ( $20,33 \pm 8,45$  vs.  $23,69 \pm 8,57$ ,  $p = 0,09$ , Cohen D = 0,39) e flexão de cotovelo ( $13,35 \pm 5,33$  vs.  $18,42 \pm 7,85$ ,  $p = 0,40$ , Cohen D = 0,73).

Conclusão: O eHeart demonstrou alta usabilidade na reabilitação cardiovascular remota de voluntários com insuficiência cardíaca, recebendo avaliações positivas dos profissionais de saúde. Além disso, os resultados indicaram uma melhora significativa na capacidade cardiorrespiratória e qualidade de vida, reforçando o potencial do eHeart como uma alternativa acessível e eficaz à reabilitação convencional.

**Palavras-chave:** Exercícios, Telerreabilitação, Reabilitação Cardiovascular.

## ABSTRACT

**Introduction:** Remote cardiovascular rehabilitation (RCR) has been established as an effective approach to improving the health of patients with heart failure (HF). Among RCR modalities, telerehabilitation has emerged as a viable alternative to conventional rehabilitation, offering greater accessibility by overcoming geographical barriers. Furthermore, telerehabilitation has promoted favorable clinical outcomes, with the added benefit of increasing patient adherence to rehabilitation programs.

**Objective:** To evaluate the usability of a remote cardiovascular rehabilitation (RCR) tool by healthcare professionals and to examine its effects on the cardiorespiratory capacity, muscle strength, and quality of life of volunteers with heart failure (HF).

**Methodology:** This work consists of two studies. One is a qualitative observational study involving experienced cardiovascular rehabilitation healthcare professionals, recruited using the snowball method between July and October 2023. The usability of the eHeart app was assessed using the PSSUQ questionnaire. Simultaneously, a single-arm intervention study with pre- and post-intervention assessments was conducted, including volunteers with heart failure who used eHeart, a remote cardiovascular rehabilitation tool. The app allowed for individualized exercise prescriptions and was used to assess its effects on the volunteers' cardiorespiratory capacity, quality of life, and peripheral muscle strength. The study was approved by the Research Ethics Committee (CAAE: 66968223.2.0000.8093) and registered in ReBEC under code RBR-10rssrtj.

**Results:** A total of 21 participants, with a mean age of  $34.4 \pm 6.29$  years, predominantly women (71%) and physiotherapists with substantial professional experience in a hospital setting (42%), evaluated the app's usability. The eHeart achieved a high total usability score ( $1.49 \pm 0.76$ ) and in domain analysis (InfoQual ( $1.60 \pm 0.87$ ), InterQual ( $1.50 \pm 0.84$ ), and SysUse ( $1.37 \pm 0.58$ )). The Cronbach's alpha index showed high internal consistency for the overall questionnaire (0.749). Additionally, 12 patients with heart failure (58% men, mostly elderly, NYHA classes I and II) participated in the study. After using eHeart in rehabilitation, there was a significant increase in cardiorespiratory capacity, assessed by the step test ( $85 \pm 44$  vs.  $129 \pm 48$ ,  $p = 0.02$ , Cohen's D = 0.45), as well as an improvement in quality of life, measured by the EQ-5D-5L ( $0.628 \pm 0.247$  vs.  $0.719 \pm 0.179$ ,  $p = 0.03$ , Cohen's D = 0.37), handgrip strength ( $31.55 \pm 11.72$  vs.  $31.00 \pm 14.32$ ,  $p = 0.39$ , Cohen's D = 0.12), knee extension isometry ( $31.98 \pm 12.43$

vs.  $37.88 \pm 16.96$ ,  $p = 0.16$ , Cohen's  $D = 0.40$ ), knee flexion ( $20.33 \pm 8.45$  vs.  $23.69 \pm 8.57$ ,  $p = 0.09$ , Cohen's  $D = 0.39$ ), and elbow flexion ( $13.35 \pm 5.33$  vs.  $18.42 \pm 7.85$ ,  $p = 0.40$ , Cohen's  $D = 0.73$ ).

Conclusion: eHeart demonstrated high usability in remote cardiovascular rehabilitation for volunteers with heart failure, receiving positive evaluations from healthcare professionals. Additionally, the results indicated a significant improvement in cardiorespiratory capacity and quality of life, reinforcing eHeart's potential as an accessible and effective alternative to conventional rehabilitation.

**Keywords:** Exercises, Telerehabilitation, Cardiovascular Rehabilitation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Interface e Fluxo de Usuário do Aplicativo eHeart. ....   | 21 |
| Quadro 1: Classificação dos resultados das avaliações para a prescrição dos exercícios. ....  | 23 |
| Figura 2: Demonstração do Folder do Kit entregue aos participantes do Estudo dos efeitos de um programa de telerreabilitação pelo aplicativo eHeart. .... | 31 |
| Figura 3: Fluxograma de avaliações e acompanhamento da Fase 2 estudo clínico.   | 35 |
| Figura 4 — Fluxograma da quantidade de profissionais de saúde de acordo com a fase atingida do aplicativo no estudo de usabilidade. ....                  | 37 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| CAPES   | Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CCS     | <i>Canadian Cardiovascular Society</i>                               |
| DCVs    | Doenças Cardiovasculares   |
| FAPDF   | Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal                     |
| FPP     | Força de preensão palmar   |
| IA      | Inteligência Artificial  |
| IC      | Insuficiência cardíaca   |
| LGPD    | Lei Geral de Proteção de Dados                                       |
| NUPITEC | Núcleo de Propriedade Intelectual                                    |
| NYHA    | <i>New York Heart Association</i>                                    |
| RCR     | Reabilitação cardiovascular remota                                   |
| PSSUQ   | <i>Post-Study System Usability</i>                                   |
| REBEC   | Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos                              |
| SPPB    | <i>Short Physical Performance Battery</i>                            |
| TCLE    | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido                           |
| TD6     | Teste de degrau de seis minutos                                      |
| TI      | Tecnologia da Informação   |
| TRL     | <i>Technology Readiness Level</i>                                    |
| WhoQoL  | <i>Brief Health related Quality of Life</i>                          |

## SUMÁRIO

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | 16 |
| 2       | <b>OBJETIVOS</b> .....  | 19 |
| 2.1     | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 19 |
| 3       | <b>METODOLOGIA</b> .....  | 20 |
| 3.1.1   | <b>Aspectos éticos e local do estudo</b> .....  | 20 |
| 3.2     | O APLICATIVO EHEART .....   | 20 |
| 3.3     | MODELO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE APTIDÃO FÍSICA E OFERTA DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO PELO EHEART 21 |    |
|         | <b>Domínio 1 - Avaliação da capacidade cardiorrespiratória</b> .....  | 23 |
|         | <b>Domínio 2 - Avaliação da força muscular periférica de membros inferiores</b> ....  | 24 |
|         | <b>Domínio 3 - Avaliação da flexibilidade</b> .....   | 24 |
|         | <b>Domínio 4 - Avaliação de equilíbrio</b> .....  | 24 |
| 4       | <b>FASES DO ESTUDO</b> .....  | 26 |
| 4.1     | ESTUDO 1 - Estudo observacional qualitativo – Estudo de Usabilidade 26  |    |
| 4.1.1   | Detalhamento e recrutamento – Estudo de Usabilidade .....   | 26 |
| 4.1.2   | CrITÉRIOS de inclusão – Estudo de Usabilidade .....   | 27 |
| 4.1.3   | <b>QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE – ESTUDO DE USABILIDADE</b> .....                                       | 27 |
| 4.1.3.1 | Questionário <i>Post-Study System Usability</i> .....   | 27 |
| 4.1.3.2 | Questionário direcionado.....   | 28 |
| 4.1.3.3 | Questionário de Engajamento e Posicionamento Profissional .....   | 28 |
| 4.1.4   | <b>Cálculo amostral da Fase 1 – Estudo de usabilidade</b> .....   | 28 |
| 4.1.5   | <b>Análise estatística da Fase 1- Estudo de usabilidade</b> .....   | 29 |
| 4.2     | ESTUDO 2 – ESTUDO DE INTERVENÇÃO DE BRAÇO ÚNICO OU PRÉ E PÓS 29   |    |
| 4.2.1   | <b>CrITÉRIOS de inclusão e exclusão – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)</b> .....                              | 30 |
| 4.2.2   | <b>Minimização de riscos decorrentes da participação da pesquisa – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)</b> ..... | 30 |
| 4.2.3   | <b>Kit de avaliação e treinamento – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)</b> .....                                | 31 |
| 4.2.4   | <b>Avaliações presenciais – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)</b> 32   |    |
| 4.2.4.1 | Teste cardiopulmonar em exercício.....  | 32 |
| 4.2.4.2 | Força de preensão palmar .....  | 33 |
| 4.2.4.3 | Força muscular periférica de membros inferiores e membros superiores  | 33 |
| 4.2.4.4 | Short Physical Performance Battery (SPPB) .....   | 33 |
| 4.2.4.5 | Questionário de qualidade de vida .....   | 34 |
| 4.2.5   | <b>Cálculo amostral da Fase 2 – Estudo de intervenção de braço único ou Pré e Pós</b> .....                                   | 35 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.2.6   | <b>Análise estatística da Fase 2 – Estudo de intervenção de braço único ou Pré e Pós</b> ..... | 36 |
| 5       | <b>RESULTADOS</b> .....  | 37 |
| 5.1     | <b>RESULTADOS DO TESTE DE USABILIDADE PELOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE</b> .....                   | 37 |
| 5.1.1   | <b>CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA – Estudo Usabilidade</b> .....                                    | 38 |
| 5.1.2   | <b>Usabilidade do aplicativo por profissionais de saúde</b> .....                              | 38 |
| 5.1.2.1 | Confiabilidade da aplicação do questionário do PSSUQ.....                                      | 39 |
| 5.1.3   | <b>Questionário direcionado e de engajamento e de posicionamento profissional</b> .....        | 43 |
| 5.2     | <b>RESULTADOS FASE 2 – ESTUDO DE INTERVENÇÃO DE BRAÇO ÚNICO OU PRÉ E PÓS</b> .....             | 44 |
| 6       | <b>DISCUSSÃO</b> .....   | 48 |
| 7       | <b>CONCLUSÃO</b> .....   | 52 |
| 8       | <b>DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA</b> .....   | 53 |
| 8.1     | <b>IMPACTOS DA PESQUISA CIENTÍFICA</b> .....   | 55 |
| 8.2     | <b>PATENTE</b> .....   | 56 |
|         | <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 58 |
|         | <b>ANEXOS</b> .....  | 63 |



## 1 INTRODUÇÃO

A reabilitação cardiovascular (RCV) é uma intervenção essencial para pacientes com doenças cardíacas, oferecendo benefícios comprovados na redução da morbidade, mortalidade e hospitalizações, além de melhorar a qualidade de vida e a capacidade funcional dos indivíduos (1). Tradicionalmente, a RCV é realizada em ambientes clínicos supervisionados, como hospitais e centros de reabilitação, com foco em intervenções estruturadas que incluem exercícios físicos, educação sobre estilo de vida e manejo de fatores de risco (2).

No entanto, a adesão a esses programas presenciais é limitada por uma série de barreiras, incluindo a distância geográfica, limitações de tempo, custos e falta de acessibilidade a centros especializados, especialmente em áreas remotas (3). Como resposta a essas dificuldades, a eHealth, o uso de tecnologias digitais para fornecer cuidados de saúde, tem surgido como uma solução inovadora e promissora. A implementação de programas de reabilitação cardiovascular via eHealth tem ganhado destaque nos últimos anos, impulsionada tanto pelo avanço das tecnologias da informação quanto pela crescente demanda por serviços de saúde mais acessíveis e flexíveis. Estudos demonstram que a reabilitação cardiovascular remota (RCR), que inclui telemonitoramento, aplicativos móveis, consultas virtuais e plataformas de exercícios online, pode ser tão eficaz quanto os programas presenciais tradicionais na melhoria de parâmetros cardiorrespiratórios e na redução de eventos cardiovasculares (4). Além disso, o uso de eHealth permite uma maior personalização dos programas de reabilitação, adaptando as intervenções de acordo com as necessidades individuais dos pacientes e proporcionando suporte contínuo no ambiente domiciliar (5).

O estudo HF-ACTION foi conduzido para avaliar a eficácia e segurança do exercício físico em pacientes com insuficiência cardíaca crônica e fração de ejeção reduzida. Em um ensaio clínico com 2331 pacientes, divididos entre um grupo que recebeu cuidados habituais mais um programa de treinamento aeróbico e outro que recebeu apenas os cuidados habituais, os resultados primários não mostraram redução significativa na mortalidade ou hospitalização. No entanto, análises ajustadas indicaram reduções modestas, mas significativas, nesses desfechos. O estudo

destacou a segurança do exercício e seu modesto impacto positivo no tratamento da insuficiência cardíaca .

O impacto da RCR também tem sido ressaltado por seu potencial de aumentar a adesão aos programas, especialmente em populações que tradicionalmente enfrentam dificuldades de acesso, como idosos, mulheres e pacientes de baixa renda (6,7). As plataformas digitais permitem que os pacientes realizem as atividades prescritas no conforto de suas casas, ao mesmo tempo em que se mantêm conectados com profissionais de saúde por meio de videoconferências, mensagens instantâneas e sistemas de telemetria. Essa abordagem não apenas promove a continuidade do cuidado, mas também pode melhorar o engajamento dos pacientes ao permitir um acompanhamento mais frequente e personalizado. Apesar dos benefícios evidentes, a implementação da RCR enfrenta desafios importantes. Uma das principais barreiras identificadas na literatura é a falta de alfabetização digital entre os pacientes, o que pode dificultar a adesão ao uso de plataformas tecnológicas (8). Idosos, em particular, podem enfrentar dificuldades em utilizar dispositivos eletrônicos ou aplicativos móveis, o que ressalta a importância de intervenções educacionais para garantir o acesso equitativo a esses programas. Além disso, questões relacionadas à segurança e privacidade dos dados, à confiabilidade das medições remotas e à aceitação dos profissionais de saúde em integrar eHealth à prática clínica também são apontadas como obstáculos que precisam ser superados para a plena implementação dessa modalidade de RCR (9).

Novas tendências no campo da eHealth para reabilitação cardiovascular incluem o uso de inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina para personalizar ainda mais os programas, prever riscos e adaptar as intervenções em tempo real, com base nas respostas individuais dos pacientes (10). Além disso, dispositivos vestíveis, como monitores de frequência cardíaca e sensores de atividade física, estão se tornando cada vez mais populares como ferramentas para fornecer dados contínuos e de alta precisão, permitindo o monitoramento remoto e a intervenção precoce em caso de complicações. Esses avanços tecnológicos estão mudando a forma como a reabilitação é oferecida, ampliando o acesso e promovendo uma abordagem mais centrada no paciente.

Portanto, o uso de eHealth na oferta de programas de reabilitação cardiovascular representa uma tendência crescente e promissora no campo da saúde

digital. Ao superar barreiras geográficas e logísticas, essa modalidade tem o potencial de expandir o alcance dos serviços de RCR, melhorando a adesão dos pacientes e os desfechos clínicos. Diante desse cenário, a criação de um programa semi-supervisionado de reabilitação cardiovascular por ehealth é uma demanda eminente, podendo alcançar pacientes com DCVs que apresentam limitações de acesso a esse serviço.

## 2 OBJETIVOS

Avaliar a usabilidade de uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota (RCR) por profissionais de saúde e os seus efeitos clínicos na capacidade cardiorrespiratória, força muscular periférica e qualidade de vida de voluntários com insuficiência cardíaca (IC).

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a usabilidade de uma ferramenta de RCR por profissionais de saúde por meio da aplicação de um questionário padronizado denominado *Post-Study System Usability* (PSSUQ).
2. Avaliar os efeitos preliminares de uma ferramenta de RCR na capacidade cardiorrespiratória por meio do teste de degrau de 6 minutos (TD6).
3. Avaliar os efeitos preliminares de uma ferramenta de RCR na força muscular periférica por meio de uma célula de carga isométrico.
4. Avaliar os efeitos preliminares de uma ferramenta de RCR na força muscular de preensão palmar por de um dinamômetro manual.
5. Avaliar os efeitos preliminares de uma ferramenta de RCR na qualidade de vida de voluntários utilizando o questionário EQ-5D-5L.

### 3 METODOLOGIA

Os estudos foram realizados em duas fases: a primeira incluiu um estudo observacional qualitativo para analisar a usabilidade de um aplicativo de uma ferramenta de RCR com profissionais de saúde, enquanto a segunda consistiu em um estudo de intervenção de braço único (desenho pré e pós-intervenção) com voluntários com IC no período de março de 2024 a julho de 2024. O estudo seguiu o checklist CONSORT.

#### 3.1.1 Aspectos éticos e local do estudo

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Brasília campus Ceilândia CAAE 66968223.2.0000.8093. O centro responsável pela pesquisa é Laboratório de fisiologia do exercício (LabFCE) da Universidade de Brasília campus Ceilândia - FCE.

#### 3.2 O APLICATIVO EHEART

O aplicativo eHeart foi a tecnologia utilizada na metodologia das duas fases do estudo.

O aplicativo foi desenvolvido pelos autores dessa pesquisa para funcionar em celulares com sistema Android (versão 7.0 ou superior) e iPhones com a versão mais atual do iOS disponível no momento do lançamento ([eHeart](#)).

A interface foi projetada de forma simples e intuitiva, com mecanismos de acessibilidade, como ampliação de letras, alto contraste, legendas e botões maiores, garantindo que o aplicativo seja inclusivo e acessível a todos os usuários.

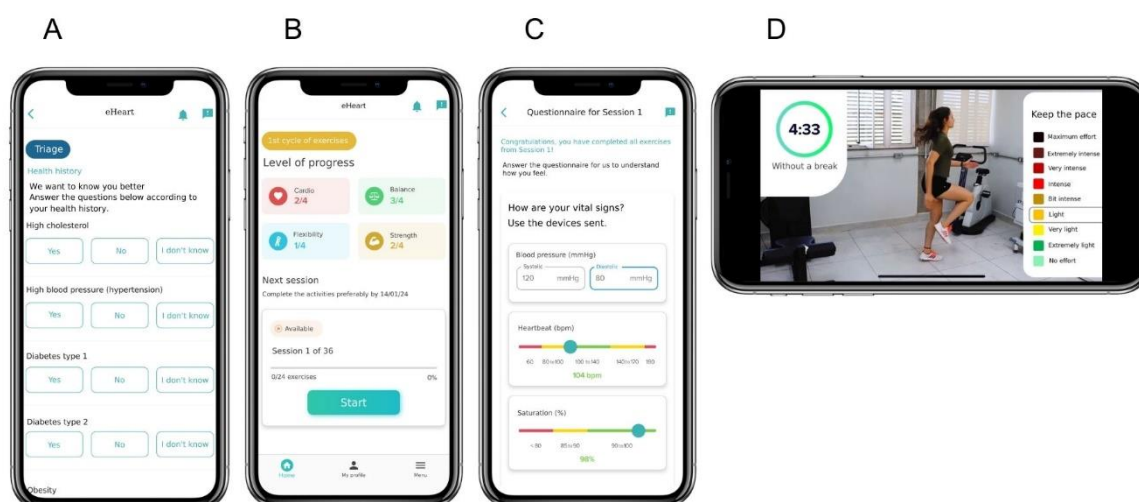
As informações inseridas pelo paciente são enviadas para um banco de dados protegido, conforme a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), e acessíveis apenas ao corpo clínico mediante autenticação de login. O sistema, acessível via navegador, permite o acompanhamento da evolução clínica, visualização de prontuários, definição de programas de exercícios e envio de comunicados individuais. O

armazenamento dos dados é feito em um servidor de banco de dados na nuvem, configurado para garantir a segurança.

O aplicativo foi desenvolvido para funcionar em celulares com sistema Android (versão 7.0 ou superior) e iPhones com a versão mais atual do iOS disponível no momento do lançamento.

A solução também contou com o desenvolvimento de uma área administrativa que permite acesso e gerenciamento das informações clínicas, bem como permite acompanhar o progresso dos pacientes.

Figura 1: Interface e Fluxo de Usuário do Aplicativo eHeart.



### 3.3 MODELO ESTRUTURADO DE AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE APTIDÃO FÍSICA E OFERTA DE PROGRAMA DE REABILITAÇÃO PELO EHEART

Uma etapa crucial no desenvolvimento da plataforma eHeart foi a criação de um modelo simples e estruturado de avaliação (Quadro 1), baseado em estudos científicos prévios. Esse modelo possibilita a determinação do nível de aptidão física dos pacientes, considerando os quatro domínios mais relevantes: capacidade cardiorrespiratória, força muscular de membros inferiores, flexibilidade e equilíbrio

(Quadro 1). A avaliação desses domínios é fundamental, pois permite a individualização do programa de reabilitação, que é ajustado de acordo com os resultados obtidos, variando em quatro níveis de progressão (1 a 4). Além disso, foi realizada a padronização de um kit de avaliação e treinamento, composto por: 1) três pares de tubos elásticos com resistência padronizada (E-lastick, E-sport Soluções Esportivas, Rio de Janeiro, Brasil); 2) um oxímetro para avaliação periférica de oxigênio e pulso (G-TECH, Pequim, China); 3) um degrau padronizado com 20 cm de altura, especialmente projetado para a avaliação cardiorrespiratória e de flexibilidade, conforme a literatura científica (eHeart step prototype n. 4, Di Salvatori, Ceilândia, Brasil); 4) um dinamômetro palmar digital portátil (DM-90, Instrutherm, São Paulo, Brasil); e 5) um dispositivo digital de medição da pressão arterial (G-TECH, Zhejiang, China). Esse kit foi desenvolvido com foco em ser de baixo custo, de fácil utilização e com alta confiabilidade (Figura 2).

### 3.3.1 Classificação do nível de aptidão física

A classificação do nível de aptidão física dos voluntários foi realizada de acordo com cada um dos domínios e classificadas em 4 níveis, sendo esses 1. Muito reduzido, 2. Reduzido, 3. Normal e 4. Bom, os critérios utilizados foram a partir dos scores dos valores de referência (quadro 1) distribuídos em quatro domínios de avaliação, com definir critérios individualizados de prescrição junto ao programa de reabilitação. Os domínios avaliados foram:

1. Capacidade cardiorrespiratória;
2. Força muscular de membros inferiores;
3. Flexibilidade;
4. Equilíbrio.

Foi criada uma biblioteca de exercícios com diferentes intensidades e complexidades de dos domínios cardiorrespiratório, força, flexibilidade e equilíbrio, vídeos de orientação quanto as avaliações, direcionando cada paciente, de acordo com sua condição clínica verificada a uma prescrição individualizada. Esta biblioteca de exercícios foi planejada previamente com exercícios a serem utilizados e posteriormente realizados a gravações dos conteúdos audiovisuais pelos

pesquisadores para atender as demandas de um programa de reabilitação cardiovascular. Em relação à frequência semanal, foram estabelecidas 3 vezes por semana, por um período de 3 meses, totalizando 36 sessões. Cada sessão de treinamento tem duração entre 40 e 60 minutos.

Quadro 1: Classificação dos resultados das avaliações para a prescrição dos exercícios.

|   | Nível 1         | Nível 2                                     | Nível 3                    | Nível 4                     |
|---|-----------------|---|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Aptidão cardiorrespiratória</b><br>(Ritt et al., 2021)   | < 50 degraus    | 51 - 75 degraus                             | 76 - 100 degraus           | > 105 degraus               |
| <b>Força muscular periférica</b><br>(Nakano, 2007)          | >16,7 seg       | 13,7 - 16,6 seg                             | 11,2 - 13,6 seg            | <11,1 seg                   |
| <b>Equilíbrio</b><br>(Nakano, 2007)                         | 0 OU 1          | 2   | 3                          | 4                           |
| <b>Flexibilidade</b><br>(Carregaro; Silva; Gil Coury, 2007) | > 10 cm do solo | Entre 10cm do solo e tocar os dedos no solo | Toca a mão fechada no solo | Toca a palma da mão no solo |

Fonte: A autora.

## Domínio 1 - Avaliação da capacidade cardiorrespiratória

Para a avaliação da capacidade cardiorrespiratória utilizamos o teste de degrau de seis minutos (TD6), que é um teste simples que consiste em subir e descer um degrau por 6 minutos em cadência livre o mais rápido que conseguir e o número de subidas são contabilizados. O objetivo é analisar a quantidade de subidas no degrau e determinar o nível desse domínio (11). Os níveis foram definidos com base no estudo de Ritt et al., considerando a quantidade de degraus subidos: menos de 50 degraus correspondem ao nível 1, entre 51 e 75 degraus ao nível 2, entre 76 e 100 degraus ao nível 3, e mais de 100 degraus ao nível 4.



## **Domínio 2 - Avaliação da força muscular periférica de membros inferiores**

Utilizamos o teste de levantar-se da cadeira, que faz parte do Short Physical Performance Battery – SPPB (12,13) para avaliação da força muscular periférica. O teste consiste no movimento de sentar-se e levantar de uma cadeira 5 vezes, sendo a cadeira sem apoio lateral e sem se utilizar dos braços auxiliando o movimento, mantendo os braços cruzados à frente do tronco. A pontuação é atribuída pelo tempo correspondente à execução dos 5 movimentos.

## **Domínio 3 - Avaliação da flexibilidade**

Para avaliação de flexibilidade utilizamos o teste de dedos ao solo (14), no qual os participantes foram orientados a manterem os joelhos completamente estendidos e em seguida, flexionarem o tronco em direção ao chão, com os braços e a cabeça relaxados. Nesse teste, o momento final da flexão é indicado por uma sensação de tensão muscular que cause grande desconforto nos isquiotibiais e, neste momento, a distância entre os dedos e o solo é avaliada por meio de um medidor em centímetros, por exemplo, uma régua. Os níveis foram definidos com base no estudo de Carregaro et al., conforme o alcance das mãos utilizando uma régua. Se o dedo médio ficar a mais de 10 centímetros do solo, foi atribuído o nível 1. Para distâncias entre 10 centímetros e o toque dos dedos no solo, corresponde o nível 2. Tocar o solo com a mão fechada resulta no nível 3, e tocar a palma da mão no solo atribui o nível 4.

## **Domínio 4 - Avaliação de equilíbrio**

A avaliação do equilíbrio foi realizada utilizando os domínios iniciais do teste Short Physical Performance Battery (SPPB), que avalia o equilíbrio em três posições distintas:

- Posição com os pés juntos: o participante é instruído a permanecer com os pés juntos, olhando para frente. Se o participante conseguir manter essa posição por 10 segundos, recebe 1 ponto. Caso não consiga manter a posição por esse tempo ou se recusar a tentar, nenhum ponto é atribuído.
- Posição Semi Tandem: o teste segue com o participante em posição semi tandem, cuja pontuação segue o mesmo critério da posição anterior.
- Posição Tandem: para finalizar, o participante é instruído a permanecer na posição tandem. Se conseguir se manter por 10 segundos, recebe 2 pontos; se mantiver entre 3 e 9,99 segundos, recebe 1 ponto; e, se permanecer por menos de 3 segundos, nenhum ponto é atribuído.

A pontuação total do teste de equilíbrio é obtida pela soma dos pontos nas três posições, com um valor máximo de 4 pontos. Os níveis de equilíbrio foram classificados de acordo com o estudo de Nakano et al, sendo estabelecidos os seguintes critérios.

## 4 FASES DO ESTUDO

### 4.1 ESTUDO 1 - Estudo observacional qualitativo – Estudo de Usabilidade

Trata-se de um estudo observacional qualitativo para analisar a usabilidade de um aplicativo de uma ferramenta de RCR com profissionais de saúde. Um comitê de especialistas de âmbito nacional, representado por um grupo de profissionais com experiência na área de reabilitação cardiovascular, realizaram a avaliação da usabilidade da ferramenta.

#### 4.1.1 Detalhamento e recrutamento – Estudo de Usabilidade

Nesta etapa, os profissionais receberam acesso e utilizaram a plataforma como usuários (pacientes), passando pelas fases de agendamento de avaliações e exercícios. Foram criados códigos de acesso individual e disponibilizados a eles.

As fases navegadas foram: triagem, avaliação clínica, avaliação física inicial indo até a etapa ciclo 1, sendo este percurso considerado suficiente pela equipe de pesquisa e de tecnologia da informação, onde era possível conhecer todos os processos do aplicativo e tornando-os aptos a responderem os questionários de usabilidade. O Ciclo 1 corresponde a primeira sessão de exercícios após a avaliação física inicial, após essa fase, todos os outros ciclos os processos de navegação são os mesmos.

O aplicativo foi o foco destes questionários pois é parte essencial do projeto, pois foi através dele que os pacientes receberão todas as orientações sobre o processo de reabilitação e submeterão os dados clínicos coletados ao longo da pesquisa. Assim sendo, é primordial que este aplicativo se apresentasse de forma fácil e amigável a fim de mitigar os riscos de fracasso desta pesquisa por questões de barreira tecnológica digital.

Para tanto se fez necessário a análise de usabilidade, ou seja, de satisfação e facilidade de uso deste aplicativo, buscando garantir que os usuários do aplicativo conseguissem realizar as tarefas necessárias com o mínimo de esforço e dificuldade possível.

Os convites aos profissionais de saúde foram baseados no método bola de neve, utilizando comunidades sociais e científicas de âmbito nacional. Neste convite foi esclarecido sobre o tema e o conteúdo da pesquisa, ([Convite de participação eHeart](#)).

#### 4.1.2 Critérios de inclusão – Estudo de Usabilidade

O recrutamento foi baseado no método bola de neve, utilizando comunidades sociais e científicas. Não havia restrição quanto ao diploma de bacharel do profissional de saúde, que deveria comprovar pelo menos um ano de experiência em um ambiente de reabilitação cardiovascular.

#### 4.1.3 QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE – ESTUDO DE USABILIDADE

O objetivo desta etapa também foi fazer uma validação técnica que evitasse falhas e interferência negativamente nos resultados da fase clínica do projeto. Por fim, tal abordagem trouxe uma visão técnica e evidências de eventuais pontos de melhoria e atenção, além de buscar uma ratificação do processo junto aos pares da área de saúde.

Os dados foram coletados por meio de um aplicativo web seguro na plataforma RedCAP, usando uma plataforma eletrônica individual e anônima (<https://forms.sds.unb.br/redcap>).

##### 4.1.3.1 Questionário *Post-Study System Usability*

Considerando os critérios sinalizados por Nielsen, o PSSUQ (*Post-Study System Usability*) é um questionário desenvolvido e amplamente utilizado para a avaliação de usabilidade baseado na percepção de satisfação dos usuários (15). Esse questionário visa entender, sob um ponto de vista subjetivo, mas quantitativo em uma escala de 7 níveis de satisfação, qual a percepção do usuário quanto à facilidade e

satisfação no uso do aplicativo. Este questionário possui 16 perguntas, e os níveis de satisfação variam de 1 a 7, onde 1 significa “Concordo totalmente” e 7 “Discordo totalmente”. O Questionário de PSSUQ possui 16 perguntas dividido em 3 subescalas de acordo com a especificação do conjunto de perguntas, sendo elas, utilidade do sistema (SysUse), qualidade da informação (InfoQual) e qualidade da interface (InterQual). O cálculo de cada domínio é feito pelas médias das questões, sendo o SysUse de 1 a 6, InfoQual de 7 a 12 e InterQual de 13 a 15.

#### 4.1.3.2 Questionário direcionado

Esse questionário desenvolvido pelos pesquisadores visou identificar, de forma mais detalhada, qual o grau de satisfação e facilidade no uso de cada uma das funcionalidades e de aspectos específicos do aplicativo. O questionário foi respondido baseado na escala *likert* de 5 níveis em que os profissionais escolhessem a alternativa que mais se adequasse a afirmação apresentada em “concordo totalmente”, “concordo parcialmente”, “neutro”, “discordo parcialmente” e “discordo totalmente”.

#### 4.1.3.3 Questionário de Engajamento e Posicionamento Profissional

Este questionário qualitativo buscou identificar qual a percepção dos profissionais de saúde quanto à qualidade do conteúdo disponibilizado no aplicativo e a relevância deste na sua atuação profissional.

#### 4.1.4 Cálculo amostral da Fase 1 – Estudo de usabilidade

5 Estudos prévios destinados a avaliação da quantidade de voluntários necessários para garantir adequada usabilidade de tecnologias tem recomendado a inclusão de pelo menos 15 voluntários, o que é suficiente para identificar 90 a 97% dos problemas em tecnologias em saúde (16). Complementarmente, outro estudo comparou diversos modelos de predição nessa área, e demonstrou que o quantitativo de 10 voluntários, é suficiente para identificar problemas de usabilidade em mais de 90% em quase todos os métodos testados (17). Desta forma, considerando que a fase

1 do nosso estudo tem como objetivo avaliar a usabilidade do aplicativo e da plataforma, com intuito de reduzir as inconsistências e riscos, de forma conservadora, optamos por incluir 15 voluntários. Considerando uma perda amostral de 20%, optamos por avaliar 20 voluntários.

### 5.1.1 Análise estatística da Fase 1- Estudo de usabilidade

Os dados foram expressos como média e desvio padrão (média±DP) e categóricas em frequência absoluta e percentuais (n (%)).

O teste alfa de Cronbach foi realizado para avaliar a confiabilidade do instrumento, com valores acima de 0,7 considerados boa consistência interna. A confiabilidade é um aspecto crucial na pesquisa, pois avalia o grau de consistência dos indicadores de uma variável em suas medições (20). Nesse contexto, foi de suma importância avaliar a confiabilidade do instrumento utilizado por meio do alfa de Cronbach, a fim de verificar se o instrumento estava realmente mensurando o que se propunha a medir e, assim, conferir a confiabilidade dos dados coletados pela pesquisa. Além disso, cada questão foi avaliada de forma individual, para verificarmos se alguma delas pode não ter sido adequadamente interpretada pelos profissionais. As associações foram testadas com o coeficiente de correlação de Spearman para dados não paramétricos. As forças de correlação foram classificadas como triviais: < 0,1, > pequeno 0,30–0,50, > grande 0,50–0,70, muito grande > 0,70–0,90, quase perfeito > 0,90 (18,19). O software SPSS 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA) foi utilizado para análise estatística. Um valor de p valor menor ou igual a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo para todos os testes.

## 5.2 ESTUDO 2 – ESTUDO DE INTERVENÇÃO DE BRAÇO ÚNICO OU PRÉ E PÓS

O estudo piloto, registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC) sob o número "RBR-10rssrtj", foi conduzido com dados iniciais de 12 participantes. Todos os experimentos foram realizados em conformidade com as diretrizes e

regulamentos relevantes, garantindo a integridade e a ética da pesquisa. Este estudo inicial teve como objetivo testar a viabilidade do desenho experimental em 15 sessões e coletar dados preliminares que possam informar ajustes necessários para futuros estudos em larga escala. Os resultados obtidos serão fundamentais para orientar o desenvolvimento de uma metodologia robusta e a refinamento das hipóteses investigativas.

### **5.2.1 Critérios de inclusão, não inclusão e exclusão – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)**

Os critérios de inclusão foram: 1. Diagnóstico de doenças cardiovasculares (DCVs), confirmado por meio de avaliação clínica e ecocardiográfica prévia; estratificar os pacientes de acordo com a classe funcional da *New York Heart Association* (NYHA); 2. Pacientes com diagnóstico clínico de COVID longa; 3. Clinicamente estável há pelo menos 1 mês; 4. Idade superior a 45 anos; 5. Capaz de subir degraus sem assistência; 6. Com acesso a um smartphone e internet. Os critérios de não inclusão foram: 1. Arritmias ventriculares complexas; 2. Pacientes com classe funcional IV da NYHA; 3. Pacientes com angina grau 3 ou 4 na *Canadian Cardiovascular Society* (CCS); 4. Doença pulmonar ou pleural grave prévia; 5. Anemia grave; 6. Diabetes mellitus descompensado ou doenças metabólicas; 7. Doença ortopédica, insuficiência vascular periférica ou doença neurológica prévia que prejudique a capacidade de realizar os exercícios; e 8. Comprometimento cognitivo. Os critérios de exclusão durante o estudo foram: incapacidade de uso da tecnologia, incapacidade de realizar os exercícios de forma remota e sem supervisão, intercorrência com o uso da tecnologia.

### **5.2.2 Minimização de riscos decorrentes da participação da pesquisa – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)**

Foi disponibilizado um contato de emergência ao responsável pela pesquisa caso ocorra alguma intercorrência que poderá ser acionado pelo próprio participante

ou pelo familiar para orientar o atendimento e acompanhamento, e se houver a necessidade, realizar o encaminhamento a uma unidade de saúde.

### **5.2.3 Kit de avaliação e treinamento – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)**

Os participantes receberam um conjunto com materiais padronizados para avaliação e treinamento, composto por: 1) três pares de tubos elásticos com resistência padronizada (E-lastick, E-sport soluções esportivas, Rio de Janeiro, Brasil); 2) um oxímetro para avaliação periférica de oxigênio e pulso (G-TECH, Pequim, China); 3) um degrau padronizado com 20 cm de altura, especialmente projetado para avaliação cardiorrespiratória e de flexibilidade de acordo com a literatura científica (eHeart step prototype n. 4, Di Salvatori, Ceilândia, Brasil); 4) um dinamômetro palmar digital portátil (DM-90, Instrutherm, São Paulo, Brasil); e 5) um dispositivo digital de medição da pressão arterial (G-TECH, Zhejiang, China). ([Folder Kit](#)).

Figura 2: Demonstração do Folder do Kit entregue aos participantes do Estudo dos efeitos de um programa de telerreabilitação pelo aplicativo eHeart.





Fonte: A autora.

## 5.2.4 Avaliações presenciais – Estudo de intervenção de braço único (pré e pós)

### 5.2.4.1 Teste cardiopulmonar em exercício

Os exames foram realizados em cicloergômetro (Lode Corival) em um ambiente climatizado e com disponibilidade de material para suporte básico e avançado de vida. O protocolo de esforço foi do tipo rampa individualizada, programada de acordo com a avaliação clínica inicial, com aumento progressivo da velocidade e da carga até a exaustão ou detecção de anormalidades clínicas que justifiquem a interrupção. Foi realizada a monitorização eletrocardiográfica contínua pelo Software ErgoPC Elite (Micromed, Brasília, Brasil), medidas intermitentes da pressão arterial pelo método

auscultatório e avaliados os sinais e sintomas clínicos. As variáveis ventilatórias foram realizadas pelo sistema de análise metabólica do modelo Quark, com medida respiração-a-respiração.

#### 5.2.4.2 Força de preensão palmar

A força de preensão palmar (FPP) foi mensurada com o dinamômetro palmar digital modelo DM-90 portátil da marca Instrutherm (São Paulo, Brasil). Foi mensurada com paciente sentado, em uma cadeira sem apoio de braços e com os pés apoiados no chão, com ombro aduzido, cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0 e 30° de extensão. Foi solicitado para fazer o teste com sua mão dominante, após o comando verbal dito pelo examinador em voz alta: “aperte o aparelho com sua maior força”. O teste foi repetido por três vezes, com intervalo entre as medidas de 60 segundos para o descanso. Como resultado foi o maior número das três medidas em quilograma força (20).

#### 5.2.4.3 Força muscular periférica de membros inferiores e membros superiores

A força isométrica da musculatura periférica foi avaliada por meio do dinamômetro portátil da marca E-lastick (E-sporte Soluções Esportivas, Brasília, Brasil) que é capaz de medir as forças de tração exercidas, com uma célula de carga calibrada e acoplada a manilhas de acoplagem em inox com transmissão de dados via Bluetooth e licença de software para recepção dos dados através do próprio aplicativo (IOS e Android). É um equipamento para o registro dos valores precisos da força de determinada musculatura e nesse caso, captou os dados de força dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho e flexão de cotovelo do membro dominante (21).

#### 5.2.4.4 Short Physical Performance Battery (SPPB)

##### a. Teste de Equilíbrio

O participante foi instruído a manter-se em cada uma das três posições por 10 segundos: em pé com os pés juntos, em pé com um pé parcialmente à frente e em pé com um pé totalmente à frente.

#### b. Sentar-se e Levantar da Cadeira

Foi utilizada uma cadeira sem braços ou encostos, estabilizada e colocada contra a parede. Os participantes foram orientados a sentar-se no assento e se levantarem até que seus pés estejam apoiados no chão e com os membros superiores cruzados sobre o peito. Em seguida, os participantes foram instruídos a se levantarem completamente e sentarem-se uma vez sem utilizar os membros superiores. Os sujeitos iniciam na posição sentada na cadeira e, sob comando, levantarão e voltarão a sentar-se 5 vezes sendo contabilizado o tempo em segundos realizado.

#### c. Teste de Velocidade da Marcha

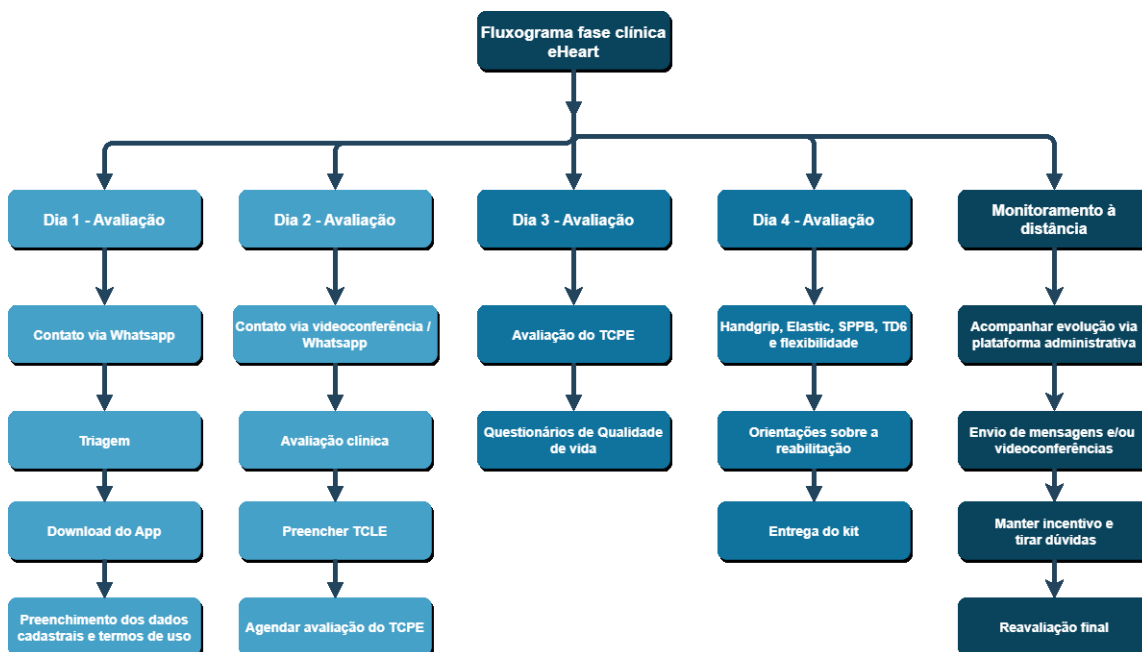
Para o teste de velocidade de marcha, foi demarcado no solo uma distância três metros. O avaliador primeiramente demonstrou o percurso ao participante, e logo após o paciente teve duas tentativas para percorrê-lo, em velocidade/passadas habituais. Foi registrado o menor tempo entre as duas tentativas. O avaliador caminhará ao lado sendo responsável por cronometrar o percurso. Atribui-se escore 0 ao participante incapaz de completar o teste. Atribui-se escore um para tempo > 6,52s. Escore dois para tempo de 4,66 a 6,52s. Escore três para tempo de 3,62 a 4,65s (13,22,23).

#### 5.2.4.5 Questionário de qualidade de vida

O Health related Quality of Life (WhoQoL-Breaf) composto por um sistema descritivo que engloba cinco dimensões (mobilidade, cuidados pessoais, atividades habituais, dor/mal-estar e ansiedade/depressão) com três níveis em cada (nenhum problema, problemas moderados e problemas extremos). O estado de saúde é definido por meio da combinação de um nível de cada uma das cinco dimensões, sendo representado por um número de cinco dígitos. Assim, o sistema do EQ-5D-5L define 243 estados de saúde possíveis. Cada estado de saúde gerado pode ser

convertido em um escore único ou índice do EQ-5D-5L, que incorpora as preferências sociais para os estados de saúde (24).

Figura 3: Fluxograma de avaliações e acompanhamento da Fase 2 estudo clínico.



Fonte: A autora.

### 5.2.5 Cálculo amostral da Fase 2 – Estudo de intervenção de braço único ou Pré e Pós

O cálculo amostral foi realizado utilizando o software G\*Power 3.1 (Institute for Experimental Psychology in Dusseldorf, Germany). Incluímos o cálculo do tamanho da amostra para o desfecho primário força de preensão palmar (FPP). Para FPP, devido à ausência de um controle randômico anterior, incluindo telerreabilitação e intervenções de controle, realizamos uma análise “a priori”, de acordo com um estudo transversal de braço único avaliando o efeito do programa de telerreabilitação na FPP. A telerreabilitação apresentou diferença intragrupo de 32,5 a 35,2 (Kg) com DP de 8,1 e 8,3. Considerando um poder de 80% e uma probabilidade de erro alfa de 0,05, a amostra necessária estimada foi de 14 em cada braço, o que conta uma amostra

necessária de aproximadamente 25 pacientes, considerando uma desistência de 20% (17).

#### **5.2.6 Análise estatística da Fase 2 – Estudo de intervenção de braço único ou Pré e Pós**

Para a análise estatística, foi utilizado o programa SPSS 24.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Média e desvio padrão (média±DP) e variáveis categóricas em frequência absoluta e percentuais (n (%)) e intervalo de confiança 95% (IC95%). A normalidade na distribuição dos dados foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk. Comparações entre dois grupos pareados foram realizados com o teste t de student pareado. Para comparações pareadas entre mais de dois grupos foi utilizado o teste ANOVA de medidas repetidas. O valor de D de Cohen foi utilizado para avaliar o tamanho do efeito. Para todos os testes, o valor de P menor ou igual a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

## 6 RESULTADOS

No primeiro estudo concentramo-nos na avaliação da usabilidade do aplicativo denominado "eHeart," por meio da aplicação de questionários. O segundo estudo, avaliou o impacto de uma ferramenta RCR na capacidade cardiorrespiratória, na força muscular periférica e na qualidade de vida em pacientes que possuem IC.

### 6.1 RESULTADOS DO TESTE DE USABILIDADE PELOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE

No geral, a navegação no aplicativo foi inicializada por 38 participantes, desses, 21 (55%) completando ao menos o Ciclo 1 das fases do aplicativo e responderam os questionários de usabilidade. Dos 17 participantes que não concluíram a fase de teste, 5 (13%) não navegaram além da fase de triagem, outros 5 (13%) alcançaram até a fase de avaliação clínica e 7 (18%) chegaram até a fase de avaliação física inicial, considerando 7 etapas previstas no aplicativo.

Figura 4 — Fluxograma da quantidade de profissionais de saúde de acordo com a fase atingida do aplicativo no estudo de usabilidade.



Fonte: A autora.

A comunicação com os participantes aconteceu via *Whatsapp*, na qual foram enviadas mensagens a cada 2 dias como incentivo para continuarem navegando pelo aplicativo e perguntando se havia dúvidas, se surgissem, eram solucionadas. O principal motivo pelo qual os participantes relataram não permanecerem navegando o aplicativo foi a dificuldade de encontrar disponibilidade de tempo para navegar no aplicativo, por exemplo, motivos de trabalho, família, viagens e eventos.

### 6.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA – Estudo Usabilidade

O aplicativo foi disponibilizado para profissionais de saúde que navegaram pelo aplicativo pensando na vivência de um paciente com IC em reabilitação. O questionário de usabilidade foi respondido por 21 pessoas. A tabela 1 mostra o perfil da amostra desses profissionais de saúde sendo a maioria do sexo feminino, com média de idade de 34 anos  $\pm$  6,29, todos os profissionais que responderam os questionários foram Fisioterapeutas, a maioria atualmente está na função de Fisioterapeuta hospitalar, com idade média de experiência de 8,8  $\pm$  6,8 anos.

**Tabela 1.** Características sociodemográficas dos profissionais de saúde que avaliaram a usabilidade e a satisfação do aplicativo eHeart.

| Variáveis (média $\pm$ DP ou n, (%))                  | Total<br>(n=21) |
|---|-----------------|
| Sexo, feminino n,(%)                                  | 15 (71)         |
| Idade, média $\pm$ DP                                 | 34,4 $\pm$ 6,2  |
| <b>Profissão n, (%)</b>                               |                 |
| Fisioterapeuta  | 21 (100)        |
| <b>Local de trabalho atual n, (%)</b>                 |                 |
| Hospitalar  | 9 (42,9)        |
| Professor universitário                               | 5 (23,8)        |
| Ambulatorial  | 4 (19,0)        |
| Listas administrativas                                | 3 (14,3)        |
| <b>Educação n, (%)</b>                                |                 |
| Bacharelado   | 9 (42,8)        |
| Mestrado  | 8 (38,0)        |
| Doutorado   | 4 (19,0)        |
| <b>Anos de experiência, média <math>\pm</math> DP</b> | 8,8 $\pm$ 6,8   |

Abreviações: n: Número da amostra. DP: Desvio-padrão.

Estatística: média e desvio-padrão e variáveis categóricas em frequência absoluta e percentuais.

### 6.1.2 Usabilidade do aplicativo por profissionais de saúde

Ao analisar a média e o desvio padrão do questionário PSSUQ (tabela 2), observou-se que o valor total das variáveis analisadas foi de 1,49  $\pm$  0,76. A subescala SysUse apresentou uma média de 1,37  $\pm$  0,58, enquanto a subescala InfoQual teve uma média de 1,60  $\pm$  0,87, sendo a mais elevada entre as subescalas. Já a subescala InterQual registrou uma média de 1,50  $\pm$  0,84.

Esses resultados indicam que a Qualidade da Interface teve a menor percepção de satisfação entre os profissionais, enquanto o domínio Utilidade do Sistema apresentou a maior satisfação. No entanto, as médias demonstram uma boa percepção geral de satisfação, já que quanto menores as médias, maior a satisfação dos avaliadores.

**Tabela 2.** Resultados da Usabilidade pelo questionário PSSUQ de uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota. e análise do índice de Confiabilidade Alfa das três subescalas (SysUse, InfoQual e InterQual).

| Variáveis | Média ± DP  | Alfa de Cronbach | N  |
|-----------|-------------|------------------|----|
| Total     | 1,49 ± 0,76 | 0,749            | 16 |
| SySuse    | 1,37 ± 0,58 | 0,801            | 6  |
| InfoQual  | 1,60 ± 0,87 | 0,509            | 6  |
| InterQual | 1,50 ± 0,84 | 0,583            | 4  |

Abreviações: DP: Desvio padrão. N: número de perguntas. SysUse: Usabilidade do sistema, InfoQual: Qualidade da informação e InterQual: Qualidade da interface.

Estatística: Média e desvio padrão, Coeficiente alfa de Cronbach varia de 0 a 1,0.

#### 6.1.2.1 Confiabilidade da aplicação do questionário do PSSUQ

Os resultados do índice de coeficiente alfa de Cronbach demonstraram uma confiabilidade consideravelmente alta, uma vez que os valores obtidos se aproximaram de 1 em todos os domínios do questionário PSSUQ. Esse resultado indica que os participantes compreenderam de forma consistente o questionário, o que justifica a alta qualidade na aplicação do instrumento. Além disso, o alto índice de coeficiente de Cronbach pode ser explicado pelo nível de escolaridade da população alvo da pesquisa, que, por sua vez, contribuiu para um elevado grau de compreensão do questionário (19).

Essa robustez na confiabilidade do instrumento é um indicativo positivo da validade das medições realizadas na pesquisa, fornecendo maior respaldo aos resultados obtidos e reforçando a relevância do estudo. A confiabilidade do questionário PSSUQ, confirmou que as medições realizadas refletem de maneira consistente a satisfação dos participantes com os sistemas de software em questão, o que fortalece a credibilidade dos achados da pesquisa.



Ao analisar detalhadamente o índice alfa de Cronbach em cada uma das questões, foi notado que a pergunta 7 teve um impacto negativo no grau de compreensão dos participantes, com uma variação de apenas 0,1 em relação ao coeficiente alfa de Cronbach total. Isso significa que, caso a pergunta 7 fosse excluída do questionário, o grau de compreensão dele seria ligeiramente mais elevado. No entanto, é importante ressaltar que, mesmo com o comportamento adverso da pergunta 7, esse fator não afetou de forma significativa o alfa de Cronbach global do questionário, que ainda permaneceu em um valor consideravelmente alto, atingindo 0,789.

A Tabela 3 apresenta os índices de Cronbach de cada pergunta, bem como sua relação de efeito âncora, que indica quando uma variável influencia o resultado em cada subescala. Notavelmente, durante a análise, não foi identificado nenhum outro item do PSSUQ que influenciasse negativamente a compreensão do questionário. Esse resultado confirma a alta confiabilidade na aplicação do questionário, uma vez que nenhum outro elemento comprometeu sua qualidade global.

**Tabela 3.** Índice alfa de Cronbach de cada item do questionário PSSUQ no estudo de usabilidade por profissionais de saúde de uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota.

|    | <b>Itens</b>  | <b>Alfa de Cronbach se o item for excluído</b> |
|----|---|--|
| 1  | No geral, eu fiquei satisfeito com a facilidade de uso do App.  | 0,764  |
| 2  | O App é simples de usar.  | 0,779  |
| 3  | Foi possível completar as tarefas e cenários rapidamente usando o App.  | 0,765  |
| 4  | Eu me senti confortável em usar o App.  | 0,783  |
| 5  | Foi fácil aprender como usar o App.   | 0,780  |
| 6  | Eu acredito que o App tornou o levantamento de informações do paciente em um processo mais rápido e produtivo.            | 0,756  |
| 7  | Nos cenários que ocorreram erros, o sistema me mostrou mensagens com boas orientações de como resolvê-los de forma fácil. | 0,890  |
| 8  | Mesmo em momentos em que eu cometi enganos, eu consegui voltar e fazer os devidos acertos de forma fácil e rápida.        | 0,780  |
| 9  | As informações de sistema (tais como mensagens de ajuda, documentações, tutoriais etc.) eram claras e diretas.            | 0,775  |
| 10 | Foi fácil encontrar as informações que eu necessitava.  | 0,770  |
| 11 | As informações do App foram efetivas e me ajudaram a completar as etapas.   | 0,770  |
| 12 | As telas e as informações no App eram organizadas e claras.   | 0,780  |

|    |   |       |
|----|---|-------|
| 13 | A interface do App é agradável.   | 0,779 |
| 14 | Foi uma boa experiência navegar no App através da interface proposta.   | 0,767 |
| 15 | O App possui todas as funcionalidades necessárias para facilitar o cumprimento das necessidades de um programa de reabilitação. | 0,758 |
| 16 | No geral, eu estou satisfeito com o App.  | 0,769 |

---

Legenda:

Abreviações: App: aplicativo.

Estatística: Alfa de Cronbach varia de 0 a 1,0.

### 6.1.3 Questionário direcionado e de engajamento e de posicionamento profissional

O questionário direcionado foi elaborado pela equipe de pesquisa com o intuito de examinar minuciosamente os pontos fortes e as fragilidades do aplicativo, bem como dos materiais de apoio que foram empregados na fase clínica do estudo. Esse questionário foi subdividido em três seções distintas: uma destinada ao aplicativo, outra ao folheto de divulgação do projeto e a terceira ao folheto de boas-vindas (Anexo 1).

A seção referente às perguntas sobre o aplicativo (conforme demonstrado na Tabela 5) revelou que a maioria dos participantes estava satisfeita com os conteúdos e a estrutura disponibilizados para os profissionais de saúde. Entretanto, identificamos questões críticas, aquelas em que a pontuação "concordo totalmente" ficou abaixo de 8 entre os 13 participantes ou quando houve avaliações "discordo parcialmente" e "discordo totalmente". As perguntas que obtiveram pontuações abaixo de 8 na categoria "concordo totalmente" foram as seguintes: questão 2, questão 5, questão 7, questão 10 e questão 16.

A questão 2, que indagava "Estou satisfeito com as telas de Boas-Vindas e o acesso ao aplicativo utilizando o código de acesso," pode ter gerado algum desconforto, uma vez que os participantes precisavam inserir o código de acesso toda vez que acessavam o aplicativo. No entanto, esse problema já foi comunicado à equipe de Tecnologia da Informação (TI) para resolução.

A questão 5, que indagava "Estou satisfeito com o questionário de informações sobre o histórico de saúde durante a etapa de triagem," e a questão 7, que indagava "Estou satisfeito com a navegação do questionário de informações clínicas durante a etapa de avaliação clínica," não receberam justificativas por parte dos pesquisadores em relação aos eventuais desconfortos reportados.

A questão 10, que indagava "Estou satisfeito com a navegação nos vídeos de orientação para execução das avaliações que ocorrem antes da fase de avaliação física," gerou a sugestão de que as orientações para a realização das avaliações fossem fornecidas com a presença de um acompanhante ou que fossem fornecidas mais dicas de segurança para os pacientes que realizam a avaliação sozinhos.

A questão 16, que perguntava "Estou satisfeito com a escolha do teste de sentar e levantar 5x para avaliação do domínio de força que ocorre durante a avaliação física," suscitou sugestões no sentido de que esse teste fosse avaliado como uma avaliação de potência, em vez de uma avaliação de força.

As questões que geraram discordância foram a questão 3, que indagava "Estou satisfeito com a etapa de coleta de dados cadastrais," e a questão 4, que indagava "Estou satisfeito com a etapa de termos de uso, privacidade e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)." No entanto, não foram fornecidas explicações aos pesquisadores em relação às razões subjacentes a essas discordâncias.

Por fim, os profissionais de saúde responderam um questionário de engajamento com o objetivo de identificar a possibilidade de uso e de indicação do aplicativo. Além disso, os participantes podiam discorrer sobre os principais pontos fortes e pontos a melhorar do aplicativo (Anexo 2).

O layout do aplicativo foi um aspecto positivo pontuado por diferentes participantes, o que se entende que o aplicativo está atrativo visualmente para essa população. Juntamente com os aspectos visuais, outros itens positivamente destacados foram a facilidade de uso do aplicativo e a praticidade, pensando que a população que utilizará em breve é necessária que apresente praticidade e facilidade no seu manuseio, conseguimos alcançar esse objetivo.

## 6.2 RESULTADOS FASE 2 – ESTUDO DE INTERVENÇÃO DE BRAÇO ÚNICO OU PRÉ E PÓS

Dentre os 20 pacientes inicialmente avaliados, obtivemos uma perda amostral de 8 pacientes, finalizando o estudo com 12 pacientes. As razões pelas quais os pacientes perderam o seguimento foi muito diversa, incluindo dengue (n=2), COVID-19 (n=3), não adesão à reabilitação (n=2) e cateterismo (n=1). Dentre os doze pacientes incluídos neste estudo estes eram predominantemente do sexo masculino (58%), idosos, com diagnóstico de IC e hipertensos (100%), a maioria com classe funcional I e II da NYHA e com boa capacidade funcional a partir do SPPB (Tabela 8).

**Tabela 8.** Características demográficas, comorbidades e medicações em uso de pacientes com insuficiência cardíaca em um estudo de telerreabilitação, comparando os momentos pré e pós intervenção.

| Variáveis   | Total          | Homens      | Mulheres    |                |                  |                  |                    |
|---|----------------|-------------|-------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
|   | (n=12)         | (n=7)       | (n=5)       |                |                  |                  |                    |
|   | média ± DP     |             |             |                |                  |                  |                    |
| Peso, Kg  | 77,5 ± 12,3    | 75,1 ± 8,9  | 8,9 ± 11,3  |                |                  |                  |                    |
| Altura, cm  | 166,9 ± 9,3    | 173,2 ± 4,5 | 157,5 ± 3,2 |                |                  |                  |                    |
| IMC, Kg/m <sup>2</sup>  | 28,0 ± 4,8     | 25,3 ± 1,8  | 32,0 ± 3,9  |                |                  |                  |                    |
| Idade, anos   | 61,4 ± 8,8     | 60,0 ± 6,6  | 66,8 ± 5,76 |                |                  |                  |                    |
| Fração de ejeção  | 64,8 ± 30,5    | 64,3 ± 29,1 | 65,5 ± 2,5  |                |                  |                  |                    |
| SPPB  | 10,5 ± 2,2     | 11,5 ± 0,5  | 9,0 ± 2,9   |                |                  |                  |                    |
|   |                |             |             | Predito homens | % Predito homens | Predito mulheres | % Predito mulheres |
|   | média ± DP     |             |             |                |                  |                  |                    |
| VEF1, L <sup>(25)</sup>                                       | 2,4 ± 1,0      | 3,5 ± 0,4   | 1,8 ± 0,4   | 3,77 ± 0,67    | 93               | 2,56 ± 0,57      | 70                 |
| CVF, L <sup>(25)</sup>  | 3,3 ± 1,4      | 4,9 ± 0,9   | 3,2 ± 0,9   | 4,64 ± 0,77    | 106              | 3,14 ± 0,65      | 102                |
| PFE, L/min <sup>(25)</sup>                                    | 4,4 ± 2,5      | 7,4 ± 1,7   | 3,5 ± 1,2   | 11,1 ± 1,75    | 67               | 7,14 ± 1,28      | 49                 |
| Vo <sub>2</sub> pico, mL/kg/min <sup>-1</sup> <sup>(26)</sup> | 18,2 ± 6,3     | 22,3 ± 2,8  | 11,3 ± 1,5  | 31,1 ± 7,1     | 72               | 22,3 ± 4,7       | 51                 |
| OUES <sup>(27)</sup>  | 1567,5 ± 503,8 | 1784 ± 248  | 1188 ± 396  | 2490 ± 594     | 72               | 1548 ± 332       | 77                 |
| FPP, Kg <sup>(28)</sup>                                       | 31,55 ± 11,72  | 40,2 ± 9,1  | 17,2 ± 7,1  | 38,4 ± 10,3    | 105              | 23,6 ± 6,5       | 73                 |
| <b>Comorbidades</b>   |                |             |             |                |                  |                  |                    |
|   |                | n (%)       |             |                |                  |                  |                    |
| Hipertensão   | 12 (100)       | 7 (100)     | 5 (100)     |                |                  |                  |                    |
| Diabetes melitus  | 5 (42)         | 2 (28)      | 3 (60)      |                |                  |                  |                    |
| Dislipidemia  | 11 (92)        | 7 (100)     | 4 (80)      |                |                  |                  |                    |
| Tabagismo   | 3 (25)         | 1 (14)      | 2 (40)      |                |                  |                  |                    |
| Doenças oncológicas   | 0 (0)          | 0 (0)       | 0 (0)       |                |                  |                  |                    |
| Doenças pulmonares  | 0 (0)          | 0 (0)       | 0 (0)       |                |                  |                  |                    |
| <b>Insuficiência cardíaca</b>                                 |                |             |             |                |                  |                  |                    |
|   |                | n (%)       |             |                |                  |                  |                    |
| Levemente reduzida  | 4 (33)         | 1 (14)      | 2 (40)      |                |                  |                  |                    |
| Reduzida  | 1 (8)          | 1 (14)      | 0 (0)       |                |                  |                  |                    |
| Preservada  | 7 (58)         | 5 (71)      | 3 (60)      |                |                  |                  |                    |
| <b>Medicações</b>   |                |             |             |                |                  |                  |                    |
|   |                | n (%)       |             |                |                  |                  |                    |
| Não faz uso   | 0 (0)          | 0 (0)       | 0 (0)       |                |                  |                  |                    |
| Anti-hipertensivo   | 11 (91)        | 7 (100)     | 4 (80)      |                |                  |                  |                    |
| Diabetes  | 7 (58)         | 4 (57)      | 3 (60)      |                |                  |                  |                    |
| Antiarrítmico   | 11 (92)        | 6 (85)      | 5 (100)     |                |                  |                  |                    |
| Beta-bloqueador   | 7 (58)         | 5 (71)      | 2 (40)      |                |                  |                  |                    |

|           |        |        |        |
|-----------|--------|--------|--------|
| Diurético | 7 (58) | 3 (42) | 4 (80) |
|-----------|--------|--------|--------|

---

## Legenda:

Abreviaturas: SPPB: Short Physical Performance Battery, VEF1: Volume expiratório forçado no primeiro segundo, CVF1: Capacidade vital forçada, PFE: Pico de fluxo expiratório,  $Vo_{2pico}$ : consumo de oxigênio de pico, bpm: batimento por minuto, IMC: índice de massa corporal, FPP: força de prensão palmar, OUES: Índice de Eficiência de Captação de Oxigênio, , n: número de participantes analisados.

Estatística: Dados contínuos apresentados em média  $\pm$  DP (Desvio padrão). Dados categóricos apresentados em frequência total e relativa (n (%)).

Dentre as medidas avaliadas antes e após o programa de reabilitação remota utilizando a plataforma tecnológica eHeart, observamos um aumento substancial na capacidade cardiorrespiratória após a reabilitação no número de degraus do TD6 (85±44 versus 129±48,  $p=0,02$ ), com valor de D Cohen de 0,45)

Observamos também uma melhora significativa após a telerreabilitação na qualidade de vida pelo questionário EQ-5D-5L (0,628±0,247 versus 0,710±0,179,  $p=0,03$ , Cohen D de 0,37). Na única variáveis de força que houve diferença significativa foi a flexão de cotovelo (13,35±5,33 versus 18,42±7,85,  $p=0,04$ , Cohen D de 0,80) As demais variáveis (FPP, extensão de joelho, flexão de joelho) não apresentaram diferença significativa após o protocolo remoto ( $p<0,05$ ).

**Tabela 9.** Comparação dos efeitos de uma ferramenta de reabilitação cardiovascular remota na capacidade física e qualidade de vida de pacientes com Insuficiência Cardíaca (IC).

| Variáveis               | Pré (n =12)<br>média ± DP |         | Pós (n =9)<br>média ± DP |         | Valor de p | Dif Med | IC95%         | Cohen D | Power | Amostra necessária |
|-------------------------|---------------------------|---------|--------------------------|---------|------------|---------|---------------|---------|-------|--------------------|
| FPP (Kg)                | 31,55                     | ± 11,72 | 31,00                    | ± 14,32 | 0,39       | 1,60    | -2,46 a 5,66  | 0,12    | 0,07  | 371                |
| Extensão de joelho (Kg) | 31,98                     | ± 12,43 | 37,88                    | ± 16,96 | 0,16       | 5,61    | -2,74 a 13,96 | 0,40    | 0,56  | 43                 |
| Flexão de joelho (Kg)   | 20,33                     | ± 8,45  | 23,69                    | ± 8,57  | 0,09       | 3,95    | -0,90 a 8,82  | 0,42    | 0,74  | 31                 |
| Flexão de cotovelo (Kg) | 13,35                     | ± 5,33  | 18,42                    | ± 7,85  | 0,04*      | 5,00    | 0,27 a 9,75   | 0,73    | 0,96  | 21                 |
| TD6M (degraus)          | 85,33                     | ± 44,06 | 129,00                   | ± 48,22 | 0,02*      | 39,67   | 7,99 a 71,34  | 1,01    | 0,99  | 32                 |
| EQ-5D-5L                | 0,628                     | ± 0,247 | 0,710                    | ± 0,179 | 0,03*      | 0,137   | 0,010 a 0,263 | 0,37    | 0,80  | 47                 |

Legenda:

Abreviatura: FPP: Força de Preensão Palmar, TD6M: Teste de Degrau de 6 minutos. n: número da amostra. Dif Med: Diferença Média. IC95%: Intervalo de Confiança 95%.

Estatística: Dados contínuos apresentados em média ± DP (Desvio padrão). \*Nível de significância  $p < 0,05$ .



## 7 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou o efeito de um programa de reabilitação baseado em e-health, utilizando uma nova ferramenta de RCR, o *eHeart*, na capacidade cardiorrespiratória, força muscular periférica e qualidade de vida de voluntários com insuficiência cardíaca. A avaliação desse programa devido os sintomas persistentes da IC, como fadiga e tolerância reduzida ao exercício, que impactam diretamente a capacidade funcional. Os resultados mostraram que, além dos benefícios fisiológicos observados, o eHeart obteve alta aprovação dos profissionais de saúde em termos de usabilidade, atendendo às suas necessidades e expectativas. O feedback positivo, especialmente relacionado à facilidade de uso, qualidade do conteúdo e design prático, valida a estratégia de desenvolvimento da ferramenta. Esse alinhamento com as demandas do setor de saúde reforça o potencial do *eHeart* como uma ferramenta eficaz para melhorar a eficiência e a qualidade do trabalho dos profissionais, ampliando o impacto do programa na prática clínica.

Um estudo piloto de Santaularia et al. (2024) um programa de telerreabilitação cardiovascular baseado em exercícios por meio de um aplicativo móvel mostrou bons feedbacks dos voluntários e dos profissionais de saúde que realizaram o telemonitoramento. Semelhante ao nosso estudo, o aplicativo foi amplamente recomendado devido à sua boa usabilidade. Embora houvesse sugestões de melhorias, algumas das quais foram implementadas, o aplicativo continuou a apresentar um desempenho funcional, garantindo uma experiência eficiente para os profissionais de saúde (29).

A telerreabilitação utilizada neste estudo demonstrou uma melhora significativa na qualidade de vida dos participantes, conforme indicado nos estudos de Zheng et al. (2024) e Yang et al. (2023) (30,31). Observou-se também um aumento na capacidade funcional, evidenciado pela maior quantidade de degraus subidos durante o teste de degrau de 6 minutos. Embora não tenhamos encontrado na literatura outros estudos que avaliem a quantidade de degraus subidos em programas de telerreabilitação, nossos resultados foram positivos. Além disso, a telerreabilitação promoveu melhorias na força muscular periférica e de membros superiores, como constatado por Calvo et al. (2022), e apresentou resultados comparáveis aos da reabilitação convencional, conforme o estudo de Pagliari et al. (2024) (32,33).

Ainda que não tenham sido encontrados estudos que avaliem especificamente o desempenho no TD6M, existe uma pesquisa de Popovici et. al. (2023) utilizando o teste de caminhada de 6 minutos (TC6) para avaliar capacidade funcional e os efeitos no VO<sub>2</sub> pico, com o objetivo de analisar a eficácia da tecnologia digital na reabilitação cardíaca. Esse estudo buscou determinar se métodos digitais, como o uso de smartphones, comparados aos métodos tradicionais de reabilitação, resultaram em uma melhora significativa no TC6 no grupo de intervenção. Da mesma forma, nosso trabalho demonstrou uma melhora significativa na capacidade funcional a partir do TD6M (34).

Estudos demonstram que a telerreabilitação tem efeitos positivos na capacidade funcional, nos hábitos de atividade física, na qualidade de vida, na adesão à medicação, no comportamento tabagista, na depressão e nas hospitalizações por causas cardíacas. Ainda quando nosso estudo não tenha avaliado todos esses aspectos por meio de questionários formais, os relatos informais dos voluntários durante a pesquisa indicaram melhorias no cotidiano, como melhor qualidade de vida, maior adesão ao tratamento, maior facilidade na realização das atividades diárias e redução da ansiedade. No entanto, houve um caso de hospitalização para realização de cateterismo, mas foi possível proporcionar uma recuperação mais eficiente após o procedimento (35–37).

Um aspecto relevante que não foi contemplado nesta pesquisa é a análise do custo-benefício e do impacto econômico do uso deste aplicativo para RCR em comparação com a reabilitação tradicional. A avaliação desses fatores é essencial, pois o uso de tecnologia digital na saúde pode reduzir significativamente os custos associados ao tratamento, ao mesmo tempo em que amplia o acesso a pacientes de regiões remotas ou com dificuldades de deslocamento. Além disso, o aplicativo pode oferecer monitoramento contínuo e personalizado, melhorando a eficácia do tratamento e diminuindo a necessidade de hospitalizações frequentes. Dessa forma, a implementação de soluções tecnológicas como essa tem o potencial de otimizar os recursos do sistema de saúde, gerando melhores resultados clínicos e econômicos a longo prazo. (38,39).

Mesmo que não tenha havido diferença na força da musculatura periférica neste trabalho, um estudo de Vieira et. al. (2022) de uma revisão sistemática sobre telerreabilitação demonstraram um aumento dessas variáveis em comparação a um

grupo sem intervenção. Um fator que pode explicar esse resultado é o número reduzido de sessões realizadas, o que pode ter influenciado no ganho de força (40).

A adesão ao programa não foi um ponto forte deste estudo, mas pesquisas, como a de Thomas et al. (2019), destacam estratégias eficazes para melhorar a adesão à telerreabilitação. Essas estratégias buscam superar barreiras comuns ao encaminhamento, participação e comprometimento dos pacientes. Entre as principais abordagens estão a educação dos pacientes sobre os benefícios do tratamento, a simplificação do uso da tecnologia, o incentivo à motivação e o empoderamento dos participantes, permitindo que eles se sintam mais engajados e responsáveis pelo próprio progresso. Além disso, a personalização do atendimento e o suporte contínuo podem contribuir para uma maior adesão ao tratamento e melhores resultados em saúde a longo prazo (4).

O estudo de usabilidade enfrentou algumas limitações importantes, como a dificuldade em encontrar pessoas dispostas a testar o aplicativo e responder aos questionários. Todavia os questionários tenham sido aplicados em todas as regiões do país, houve um desequilíbrio no número de respostas, o que poderia ter sido ajustado para uma compreensão mais equilibrada da questão transcultural do aplicativo. Ademais, houve demora por parte dos profissionais de saúde em completarem os questionários, o que impactou o tempo de coleta de dados e o viés de memória das respostas. Outro desafio foi o fato de os questionários serem muito específicos e extensos, o que, embora proporcionasse um detalhamento mais profundo das respostas, gerou uma tendência de cansaço entre os participantes durante o preenchimento, afetando a qualidade das respostas.

Já o estudo de intervenção de braço único (pré e pós) enfrentou limitações ao encontrar voluntários que se enquadrassem no perfil de inclusão, o que dificultou o recrutamento de participantes. Para mais, houve a necessidade de explicar detalhadamente, durante as avaliações presenciais, a importância do aplicativo e seu funcionamento no processo de reabilitação cardiovascular, uma vez que muitos participantes não estavam familiarizados com a tecnologia assim como o estudo de Kraaijkamp et. al. (2023) de usabilidade com profissionais de saúde sobre o uso de eHealth em pacientes idosos, o uso desse recurso é mais complexo e necessita de mais informações e aplicações para uma implementação bem sucedida com essa tecnologia (41). Outro desafio identificado foi o tempo excessivo das sessões, o que

exigiu ajustes para torná-las mais adequadas e viáveis, uma modificação que já foi implementada.

Essas descobertas corroboram as evidências crescentes sobre a eficácia da telerreabilitação na prestação de cuidados de saúde, especialmente em contextos em que o atendimento presencial tradicional pode não ser viável ou acessível. A expansão de pesquisas e a implementação de programas de telerreabilitação têm o potencial de trazer benefícios consideráveis para pacientes, profissionais e sistemas de saúde, ao oferecer uma alternativa econômica e conveniente aos métodos tradicionais de reabilitação.

## 8 CONCLUSÃO

A solução eHeart foi amplamente bem recebida pelos fisioterapeutas, que expressaram altos níveis de satisfação e confiança, reforçando sua eficácia na reabilitação cardiovascular. O estudo de intervenção realizado evidencia os benefícios significativos dessa ferramenta de RCR na melhoria da capacidade funcional, da qualidade de vida e da força muscular isométrica em pacientes com insuficiência cardíaca, sugerindo seu valor no manejo de diversas condições de saúde.

Essas descobertas corroboram as evidências crescentes sobre a eficácia da telerreabilitação na prestação de cuidados de saúde, especialmente em contextos em que o atendimento presencial tradicional pode não ser viável ou acessível. A expansão de pesquisas e a implementação de programas de telerreabilitação têm o potencial de trazer benefícios consideráveis para pacientes, profissionais e sistemas de saúde, ao oferecer uma alternativa econômica e conveniente aos métodos tradicionais de reabilitação.

## 9 DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO ACADÊMICA

### Apresentação de trabalhos científicos em evento nacional ou internacional

#### Primeiro autor: 3 trabalhos

RESPOSTA CARDIORRESPIRATÓRIA EM VOLUNTÁRIOS PÓS-COVID DE ACORDO COM O SUPORTE VENTILATÓRIO RECEBIDO NA FASE AGUDA ESTUDO TRANSVERSAL.

- Nome do evento: Fórum ABRAPG-Ft
- Ano: 2023
- Colaboradores: Robson Fernando Borges, Jean Carlos Coutinho, Vinícius Zacarias Maldaner da Silva, Graziella Cipriano, Gerson Cipriano Junior.

FATORES ASSOCIADOS A FRAQUEZA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM VOLUNTÁRIOS COM SEQUELAS PÓS-AGUDA DA COVID-19.

***Trabalho premiado com o 3º Lugar Pôster temático apresentado na forma de E-Pôster***

- Nome do evento: III CENTROFIR.
- Ano: 2023
- Colaboradores: Ana Clara Gonçalves da Costa, Jean Carlos Coutinho, Vinícius Zacarias Maldaner da Silva, Robson Fernando Borges, Juliana Goulart Prata Oliveira Milani, Graziella Cipriano, Gerson Cipriano Junior
- ISSN 2177-9333

EHERAT APP: USABILIDADE DE FERRAMENTA EHEALTH PARA PROGRAMAS DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR

- Nome do evento: XXI SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISIOTERAPIA CARDIORRESPIRATÓRIA E FISIOTERAPIA EM TERAPIA INTENSIVA.
- Ano: 2024

- Colaboradores: Cássia da Luz Goulart, Robson Fernando Borges, Murillo Frazão, Ana Cleides Pereira dos Santos, Graziella Cipriano, Gerson Cipriano Junior

### **Colaboradora: 3 trabalhos**

#### AVALIAÇÃO DA FORÇA DE PREENSÃO PALMAR DE IDOSOS EM HEMODIÁLISE: CONCORDÂNCIA ENTRE PADRÕES DE REFERÊNCIA

- Nome do evento: Fórum ABRAPG-Ft
- Ano: 2023
- Colaboradores: Sheila Borges, Taís Ferreira Martins, Ana Clara Gonçalves da Costa, Marcela Lopes Alves, Graziella França Bernardelli Cipriano

#### CARACTERIZAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE ADULTOS OBESOS E COMPARAÇÃO COM OS VALORES DE REFERÊNCIA PARA A POPULAÇÃO SAUDÁVEL.

- Nome do evento: 32º Congresso da Sociedade Mineira de Cardiologia.
- Ano: 2023
- Colaboradores:

#### IMPACTO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA NA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE PACIENTES COM SÍNDROME PÓS-COVID-19

- Nome do evento: Fórum ABRAPG-Ft
- Ano: 2023
- Colaboradores: Ana Clara Gonçalves da Costa, Robson Fernando Borges, Marcela Lopes Alves, Amanda Moreira Ferreira, Gerson Cipriano Júnior, Graziella França Bernardelli Cipriano

### **Coorientação de PIBIT**

Projeto: ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CAPACIDADES CARDIORRESPIRATÓRIA E FORÇA MUSCULAR EM PACIENTES SUBMETIDOS A REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR mHEALTH.

Discente PIBIT: Laíz Guedes Gomes da Cunha.

Entrega: 2023/2024

## 9.1 IMPACTOS DA PESQUISA CIENTÍFICA

| <b>Impactos</b>                                    |  |   |  |
|--|--|---|--|
| Atividades a serem desenvolvidas DOCENTE +DISCENTE |  |   |  |
| <b>1. Impacto Educacional</b>                      | Atividades/produtos que evidenciam a contribuição do PPG para a formação educacional         | Cursos de educação continuada   | Sim –<br>Minicurso<br>eHealth e<br>GPRC<br>Talk  |
|  |  | Atividade na educação básica  |  |
|  |  | Cursos/treinamentos para equipes  | Sim –<br>PRECAP.   |
| <b>2. Impacto Científico</b>                       | Atividades/produtos que evidenciam a contribuição do PPG na formação e divulgação científica | Organização de eventos  |  |
|  |  | Promoção de intercâmbio de discentes e docentes                           |  |
|  |  | Participação conjunta de docentes e discentes em eventos/palestras/cursos | Sim –<br>PPGCTS,<br>SIMTEC<br>Saúde<br><br>SIFR –<br>Aplicabilidade de um dispositivo para o tratamento de doentes crônicos<br><br>Feira de Soluções para a Saúde –<br>Stand |



|   |   |  |                             |
|---|---|--|-----------------------------|
| <b>3. Impacto Sociocultural</b>         | Atividades/produtos que evidenciam contribuição do PPG para a cultura e sociedade                             | Atividades de assistência à comunidade (projetos de extensão vinculados a linha de pesquisa do docente no PPGCR) | Sim – PRECAP e Journal Club |
|   |   | Divulgação de conhecimento para a sociedade  |                             |
| <b>4. Impacto Tecnológico/econômico</b> | Atividades/produtos que evidenciam contribuição do PPG para o desenvolvimento tecnológico e econômico do país | Desenvolvimento de técnicas  | Sim                         |
|   |   | Desenvolvimento de produtos  | Sim - degrau                |
|   |   | Desenvolvimento de políticas públicas  |                             |

## 9.2 PATENTE

Elaboração de um Degrau projetado para avaliação da capacidade cardiorrespiratória e como equipamento de treinamento físico sendo um dos componentes do kit disponibilizados aos pacientes para uso do aplicativo. O degrau possui dimensões de 600x200x350 mm. Atualmente o processo de patente de “Modelo de utilidade” está em andamento com o Núcleo de Propriedade Intelectual (NUPITEC).



## REFERÊNCIAS

1. Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. Vol. 2021, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2021.
2. Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, Coats AJS, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. Vol. 2019, Cochrane Database of Systematic Reviews. John Wiley and Sons Ltd; 2019.
3. Clark RA, Conway A, Poulsen V, Keech W, Tirimacco R, Tideman P. Alternative models of cardiac rehabilitation: A systematic review. Vol. 22, European Journal of Preventive Cardiology. SAGE Publications Inc.; 2015. p. 35–74.
4. Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, Brewer LPC, Brown TM, Forman DE, et al. Home-Based Cardiac Rehabilitation: A Scientific Statement From the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2019 Jul 9;74(1):133–53.
5. Neubeck L, Freedman S Ben, Clark AM, Briffa T, Bauman A, Redfern J. Participating in cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-synthesis of qualitative data. Vol. 19, European Journal of Preventive Cardiology. 2012. p. 494–503.
6. Rawstorn JC, Ball K, Oldenburg B, Chow CK, McNaughton SA, Lamb KE, et al. Smartphone cardiac rehabilitation, assisted self-management versus usual care: Protocol for a multicenter randomized controlled trial to compare effects and costs among people with coronary heart disease. *JMIR Res Protoc*. 2020;9(1).
7. Rawstorn JC, Gant N, Direito A, Beckmann C, Maddison R. Telehealth exercise-based cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Heart* [Internet]. 2016 Aug 1 [cited 2024 Mar 4];102(15):1183–92. Available from: <https://heart.bmj.com/content/102/15/1183>
8. Widmer RJ, Allison TG, Lerman LO, Lerman A. Digital Health Intervention as an Adjunct to Cardiac Rehabilitation Reduces Cardiovascular Risk Factors and Rehospitalizations. *J Cardiovasc Transl Res*. 2015 Jul 29;8(5):283–92.

9. Piepoli MF, Corrà U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: From knowledge to implementation. A position paper from the cardiac rehabilitation section of the European association of cardiovascular prevention and rehabilitation. Vol. 17, European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. SAGE Publications Inc.; 2010. p. 1–17.
10. Steinberg DM, Levine EL, Askew S, Foley P, Bennett GG. Daily text messaging for weight control among racial and ethnic minority women: Randomized controlled pilot study. *J Med Internet Res*. 2013;15(11).
11. Ritt LEF, Darzé ES, Feitosa GF, Porto JS, Bastos G, de Albuquerque RBL, et al. The Six-Minute Step Test as a Predictor of Functional Capacity according to Peak VO<sub>2</sub> in Cardiac Patients. *Arq Bras Cardiol [Internet]*. 2021 May 17 [cited 2024 May 22];116(5):889–95. Available from: <https://www.scielo.br/j/abc/a/SDMKqXSFsPQNQppF9nQVSHz/?lang=en>
12. Nakano MM. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery SPPB: Adaptação cultural e estudo da confiabilidade. Ятыатат. 2007.
13. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatr*. 2016;16(1):1–10.
14. R.L. CARREGARO, L.C.C.B. SILVA HJCGC. Comparison Between Two Clinical Tests for the Evaluation of Posterior Thigh Muscles Flexibility. *Rev bras fisioter [Internet]*. 2007;11(2):13–6. Available from: [https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n2/en\\_a09v11n2.pdf](https://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n2/en_a09v11n2.pdf)
15. Rosa AF, Martins AI, Costa V, Queirós A, Silva A, Rocha NP. Validação para Português Europeu do Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) European Portuguese Validation of the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ). 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). 2015;
16. Borsci S, Macredie RD, Martin JL, Young T. How many testers are needed to assure the usability of medical devices? *Expert Rev Med Devices [Internet]*. 2014 [cited 2024 Jan 16];11(5):513–25. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25033757/>

17. Kanis H. Estimating the number of usability problems. *Appl Ergon*. 2011 Jan 1;42(2):337–47.
18. Souza, A., Alexandre, N., Guirardello E. Propriedades psicométricas na avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiol Serv Saude* [Internet]. 2017 [cited 2019 Apr 22];26(3):649–59. Available from: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v26n3/2237-9622-ess-26-03-00649.pdf>
19. Bland JM, Altman DG. Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ* [Internet]. 1997 Feb 22 [cited 2024 Jan 16];314(7080):572. Available from: <https://www.bmj.com/content/314/7080/572>
20. Figueiredo et al. Vista do Teste de força de preensão utilizando o dinamômetro Jamar. *ACTA FISIAT* [Internet]. 2007 [cited 2022 Nov 27];14(2):104–10. Available from: <https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/102799/101084>
21. Meldrum D, Cahalane E, Conroy R, Fitzgerald D, Hardiman O. Maximum voluntary isometric contraction: Reference values and clinical application. *Amyotrophic Lateral Sclerosis*. 2007;8(1):47–55.
22. Nakano MM. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery (SPPB): adaptação cultural e estudo da confiabilidade. 2007;
23. de Villar LOP, Martínez-Olmos FJ, Junqué-Jiménez A, Amer-Cuenca JJ, Martínez-Gramage J, Mercer T, et al. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the short physical performance battery, one-legged standing test and timed up and go test in patients undergoing hemodialysis. *PLoS One*. 2018 Aug 1;13(8).
24. Santos M, Cintra MACT, Monteiro AL, Santos B, Gusmão-Filho F, Andrade MV, et al. Brazilian valuation of EQ-5D-3L health states. *Medical Decision Making* [Internet]. 2016 Oct 22 [cited 2022 Nov 14];36(2):253–63. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0272989X15613521>
25. Director 1, Alberto C, Pereira C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil\*. Vol. 33, *J Bras Pneumol*. 2007.
26. Milani M, Milani JGPO, Cipriano GFB, De Castro I, Cipriano Junior G. Reference Standards for Cardiorespiratory Fitness in Brazil: A POOLED ANALYSIS AND OVERVIEW OF HETEROGENEITY IN NATIONAL AND INTERNATIONAL STUDIES. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2022 Sep 1;42(5):366–72.

27. Milani JGPO, Milani M, Cipriano GFB, De Castro I, Hansen D, Cipriano Junior G. Oxygen Uptake Efficiency Slope in South American Healthy Adults: COMPREHENSIVE REFERENCE VALUES AND INTERNATIONAL COMPARISONS. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2023 Jul 1;43(4):290–300.
28. Wang YC, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-grip strength: Normative reference values and equations for individuals 18 to 85 years of age residing in the United States. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 2018 Sep 1;48(9):685–93.
29. Santaularia N, Vazquez-Oliva G, Arnau A, Sanchez D, Ruiz-Zaldivar J, Sistach L, et al. Feasibility of an exercise-based cardiac telerehabilitation program for patients with ischemic heart disease: a pilot study [Internet]. Available from: [https://academic.oup.com/eurjpc/article/31/Supplement\\_1/zwae175.109/7692390](https://academic.oup.com/eurjpc/article/31/Supplement_1/zwae175.109/7692390)
30. Zheng Y, Zhou LF, Qin SW, Guo J, Qin BY. The Impact of Home Cardiac Rehabilitation on Quality of Life and Psychological Well-Being in Patients with Coronary Heart Disease: A Randomized Controlled Study. *Medical Science Monitor.* 2024;30.
31. Yang Z, Jia X, Li J, Mei Z, Yang L, Yan C, et al. Efficacy and Safety of Hybrid Comprehensive Telerehabilitation (HCTR) for Cardiac Rehabilitation in Patients with Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Occup Ther Int.* 2023;2023.
32. Pagliari C, Isernia S, Rapisarda L, Borgnis F, Lazzeroni D, Bini M, et al. Different Models of Cardiac Telerehabilitation for People with Coronary Artery Disease: Features and Effectiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 13, *Journal of Clinical Medicine.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
33. Calvo-López M, Tolós RA, Expósito JM, Grusso D, Andrea R, Roque M, et al. Cardio4Health Study, a Cardiac Telerehabilitation Pilot Program Aimed at Patients After an Ischemic Event: Cross-sectional Study. *JMIR Cardio.* 2023;7.
34. Popovici M, Ursoniu S, Feier H, Mocan M, Tomulescu OMG, Kundnani NR, et al. Benefits of Using Smartphones and Other Digital Methods in Achieving Better Cardiac Rehabilitation Goals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Med Sci Monit.* 2023 May 5;29:e939132.

35. Ramachandran HJ, Jiang Y, Tam WWS, Yeo TJ, Wang W. Effectiveness of home-based cardiac telerehabilitation as an alternative to Phase 2 cardiac rehabilitation of coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis. Vol. 29, *European Journal of Preventive Cardiology*. Oxford University Press; 2022. p. 1017–43.
36. Marzuca-Nassr GN, Seron P, Román C, Gálvez M, Navarro R, Latin G, et al. A hybrid exercise-based cardiac rehabilitation program is an effective strategy to improve muscle strength and functional exercise capacity in adults and older people with coronary artery disease. *Front Physiol*. 2022 Aug 5;13.
37. Nacarato D, Sardeli A V., Mariano LO, Chacon-Mikahil MPT. Cardiovascular telerehabilitation improves functional capacity, cardiorespiratory fitness and quality of life in older adults: A systematic review and meta-analysis. *J Telemed Telecare*. 2022;
38. Del Pino R, Díez-Cirarda M, Ustarroz-Aguirre I, Gonzalez-Larragan S, Caprino M, Busnatu S, et al. Costs and effects of telerehabilitation in neurological and cardiological diseases: A systematic review. Vol. 9, *Frontiers in Medicine*. Frontiers Media S.A.; 2022.
39. de Lima AP, Pereira DG, Nascimento IO, Martins TH, Oliveira AC, Nogueira TS, et al. Cardiac telerehabilitation in a middle-income country: analysis of adherence, effectiveness and cost through a randomized clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022 Aug 1;58(4):598–605.
40. Vieira AG da S, Pinto ACPN, Garcia BMSP, Eid RAC, Mól CG, Nawa RK. Telerehabilitation improves physical function and reduces dyspnoea in people with COVID-19 and post-COVID-19 conditions: a systematic review. *J Physiother*. 2022 Apr 1;68(2):90–8.
41. Kraaijkamp JJM, Persoon A, Aurelian S, Bachmann S, Cameron ID, Choukou MA, et al. eHealth in Geriatric Rehabilitation: An International Survey of the Experiences and Needs of Healthcare Professionals. *J Clin Med*. 2023 Jul 1;12(13).

## ANEXOS

## Anexo 1 – Respostas dos profissionais de saúde sobre o “Questionário direcionado”

**Anexo 1.** Respostas relativas a seção do aplicativo descritas em frequência e moda sobre o aplicativo de telerreabilitação eHeart.

| Variável   | Concordo totalmente | Concordo parcialmente | Neutro | Discordo parcialmente | Discordo totalmente | Moda |
|--|---------------------|-----------------------|--------|-----------------------|---------------------|------|
| 1 Estou satisfeito com o acesso as lojas para download e acesso ao aplicativo.   | 11                  | 2                     | 0      | 0                     | 0                   | 1    |
| 2 Estou satisfeito com as telas de Boas-Vindas e acesso ao aplicativo utilizando o código de acesso.                   | 7                   | 4                     | 2      | 0                     | 0                   | 1    |
| 3 Estou satisfeito com a etapa de coleta de dados cadastrais.  | 10                  | 2                     | 0      | 1                     | 0                   | 1    |
| 4 Estou satisfeito com a etapa termos de uso, privacidade e TCLE.  | 10                  | 1                     | 1      | 0                     | 5                   | 1    |
| 5 Estou satisfeito com o questionário de informações sobre o histórico de saúde durante a etapa de triagem.            | 9                   | 3                     | 1      | 0                     | 0                   | 1    |
| 6 Estou satisfeito com o processo de agendamento durante as etapas de triagem, avaliação clínica e avaliações físicas. | 9                   | 4                     | 0      | 0                     | 0                   | 1    |



|    |   |    |   |   |   |   |   |
|----|---|----|---|---|---|---|---|
| 7  | Estou satisfeito com a navegação do questionário de informações clínicas durante a etapa de avaliação clínica.                                      | 8  | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8  | Estou satisfeito com o conteúdo do questionário de informações clínicas durante a etapa de avaliação clínica.                                       | 8  | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 9  | Estou satisfeito com a tela de envio do kit de avaliação e treinamento que ocorre antes da avaliação física.  | 9  | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | Estou satisfeito com a navegação nos vídeos de orientação para execução das avaliações que ocorrem antes da fase de avaliação física.               | 8  | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo de orientação para a avaliação do teste de degrau de 6 minutos que ocorre antes da avaliação física.       | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 12 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo de orientação para a avaliação do teste de sentar e levantar 5x que ocorre antes da avaliação física.      | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo de orientação para a avaliação do teste de dedos ao solo que ocorre antes da avaliação física.             | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 14 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo de orientação para a avaliação do teste de tandem que ocorre antes da avaliação física.                    | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | Estou satisfeito com a escolha do teste de degrau de 6 minutos para avaliação do domínio cardiorrespiratório que ocorre durante a avaliação física. | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | Estou satisfeito com a escolha do teste de sentar e levantar 5x para avaliação do domínio força que ocorre durante a avaliação física.              | 7  | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 |

|    |  |    |   |   |   |   |   |
|----|--|----|---|---|---|---|---|
| 17 | Estou satisfeito com a escolha do teste de dedos ao solo para avaliação do domínio flexibilidade que ocorre durante a avaliação física.                        | 9  | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | Estou satisfeito com a escolha do teste de tandem para avaliação do domínio equilíbrio que ocorre durante a avaliação física.                                  | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | Estou satisfeito com a etapa de conclusão dos vídeos de orientação para avaliação física.  | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20 | Estou satisfeito com a tela de início das sessões de treinamento com demonstração dos níveis de cada domínio e acesso aos vídeos durante a etapa de exercícios | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | Estou satisfeito com a tela de avaliação de percepção do bem-estar que ocorre antes dos exercícios.  | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 22 | Estou satisfeito com a tela de sinais vitais antes dos exercícios.   | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 23 | Estou satisfeito com os sinais vitais escolhidos para coleta antes dos exercícios.   | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 24 | Estou satisfeito com a navegação pelo aplicativo para acessar os vídeos de exercícios.   | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 25 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo com as orientações dos exercícios do domínio de flexibilidade que ocorre na fase de exercícios.                       | 9  | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 |

|    |   |    |   |   |   |   |   |
|----|---|----|---|---|---|---|---|
| 26 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo com as orientações dos exercícios do domínio cardiorrespiratório que ocorre na fase de exercícios.                                     | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 27 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo com as orientações dos exercícios do domínio de força que ocorre na fase de exercícios.  | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28 | Estou satisfeito com o conteúdo do vídeo com as orientações dos exercícios do domínio de equilíbrio que ocorre na fase de exercícios.   | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 29 | Estou satisfeito com a tela de finalização da sessão de exercícios.   | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 30 | Estou satisfeito com a tela de sinais vitais após a sessão de exercícios.   | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 31 | Estou satisfeito com os sinais vitais escolhidos para coleta após os exercícios.  | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 32 | Estou satisfeito com as telas de satisfação dos domínios após a sessão de exercícios.   | 9  | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 33 | Estou satisfeito com a tela de avaliação do esforço cardiorrespiratório que ocorre por meio da escala de esforço percebido BORG modificada (0 a 10) antes e após os exercícios. | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 34 | Estou satisfeito com a tela de avaliação do domínio de força que ocorre por meio da escala de esforço percebido OMNI modificada (0 a 10) antes e após os exercícios.            | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |

|    |   |    |   |   |   |   |   |
|----|---|----|---|---|---|---|---|
| 35 | Estou satisfeito com a tela de relato de dor ou desconforto após os exercícios. | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 36 | Estou satisfeito com a tela de finalização do tratamento pelo aplicativo.       | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Legenda: Pontuação mediana: 1. Concordo totalmente; 2. Concordo; 3. Neutro; 4. Discordo parcialmente; 5. Discordo totalmente.

## Anexo 2 – Respostas detalhadas dos profissionais de saúde sobre o “Questionário de Engajamento e de Posicionamento Profissional”

**Anexo 2.** Respostas relativas a seção do folder de boas-vindas descritas em frequência e Moda.

| Variável  | Concordo totalmente | Concordo | Neutro | Discordo parcialmente | Discordo totalmente | Moda |
|---|---------------------|----------|--------|-----------------------|---------------------|------|
| 44 Estou satisfeito com os materiais do kit para avaliação. | 10                  | 2        | 0      | 0                     | 0                   | 1    |
| 45 Estou satisfeito com os materiais do kit para treino.    | 11                  | 1        | 0      | 0                     | 0                   | 1    |

|    |   |    |   |   |   |   |   |
|----|---|----|---|---|---|---|---|
| 46 | Estou satisfeito com a descrição do oxímetro e as dicas de como melhorar o seu uso, que estão no panfleto eHeart de boas-vindas.                      | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 47 | Estou satisfeito com a descrição do dinamômetro de prensão palmar e as dicas de como melhorar o seu uso, que estão no panfleto eHeart de boas-vindas. | 8  | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 48 | Estou satisfeito com a descrição do aparelho de pressão digital e as dicas de como melhorar o seu uso, que estão no panfleto eHeart de boas-vindas.   | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 49 | Estou satisfeito com a descrição dos elásticos e as dicas de como melhorar o seu uso, que estão no panfleto eHeart de boas-vindas.                    | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 50 | Estou satisfeito com a descrição do degrau e as dicas de como melhorar o seu uso, que estão no panfleto eHeart de boas-vindas.                        | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 51 | Estou satisfeito com a orientação de continuação do processo pelo aplicativo.   | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 52 | Estou satisfeito com o layout do panfleto de ilustração do kit.   | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Legenda: Pontuação mediana: 1. Concordo totalmente; 2. Concordo; 3. Neutro; 4. Discordo parcialmente; 5. Discordo totalmente.



## CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial\*

| Section/Topic | Item No | Checklist item | Reported on page No |
|---------------|---------|----------------|---------------------|
|---------------|---------|----------------|---------------------|

### Title and abstract

|                     |   |  |           |
|---------------------|---|--|-----------|
|                     |   | Identification as a randomised trial in the title  | On        |
|                     | a |  |           |
|                     |   | Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific          | On p. 2-3 |
|                     | b | guidance see CONSORT for abstracts)  |           |
|                     |   |  |           |
| <b>Introduction</b> |   |  |           |
| Background          |   | Scientific background and explanation of rationale   | On p. 15- |
| and objectives      | a |  | 16        |
|                     |   | Specific objectives or hypotheses  | On p. 15- |
|                     | b |  | 16        |
|                     |   |  |           |
| <b>Methods</b>      |   |  |           |
| Trial design        |   | Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio         | On p.18   |
|                     | a |  |           |
|                     |   | Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with   | On p. 27  |
|                     | b | reasons  |           |
| Participants        |   | Eligibility criteria for participants  | On p. 27  |
|                     | a |  |           |
|                     |   | Settings and locations where the data were collected   | On p. 20  |
|                     | b |  |           |
| Interventions       |   | The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how | On        |
|                     |   | and when they were actually administered   |           |
| Outcomes            |   | Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including           | On p.18   |
|                     | a | how and when they were assessed  |           |
|                     |   | Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons                        | On        |
|                     | b |  |           |

|                                  |    |   |                    |
|----------------------------------|----|---|--------------------|
| Sample size                      |    | How sample size was determined  | On p.20            |
|                                  | a  |   |                    |
|                                  |    | When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines  | Not                |
|                                  | b  |   |                    |
| Randomisation:                   |    |   |                    |
| Sequence generation              |    | Method used to generate the random allocation sequence  | Not                |
|                                  | a  |   |                    |
|                                  |    | Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)   | Not                |
|                                  | b  |   |                    |
| Allocation concealment mechanism |    | Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned | Not                |
| Implementation                   | 0  | Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions   | Not                |
| Blinding                         |    | If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how  | Not                |
|                                  | 1a |   |                    |
|                                  |    | N   | Not                |
|                                  | 1b |   |                    |
| Statistical methods              |    | Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes   | On p. 27-28, 33-34 |
|                                  | 2a |   |                    |
|                                  |    | Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses  | On p. 27-28, 33-34 |
|                                  | 2b |   |                    |
| <b>Results</b>                   |    |   |                    |

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| Participant flow (a diagram is strongly recommended) | 3a | For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome    | On |
|  | 3b | For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons  | On |
| Recruitment  | 4a | Dates defining the periods of recruitment and follow-up   | On |
|  | 4b | Why the trial ended or was stopped  | On |
| Baseline data  | 5  | A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group  | On |
| Numbers analysed                                     | 6  | For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups           | On |
| Outcomes and estimation                              | 7a | For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval) | On |
|  | 7b | For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended   | On |
| Ancillary analyses                                   | 8  | Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory         | On |
| Harms  | 9  | All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)   | On |
| <b>Discussion</b>                                    |    |   |    |
| Limitations  | 0  | Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses                                  | On |



|                          |   |   |         |
|--------------------------|---|---|---------|
| Generalisability         | 1 | Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings                                     | On      |
| Interpretation           | 2 | Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence | On      |
| <b>Other information</b> |   |   |         |
| Registration             | 3 | Registration number and name of trial registry  | On      |
| Protocol                 | 4 | Where the full trial protocol can be accessed, if available   | On      |
| Funding                  | 5 | Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders                               | On p.12 |

Citation: Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. BMC Medicine. 2010;8:18.

© 2010 Schulz et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

\*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up-to-date references relevant to this checklist, see [www.consort-statement.org](http://www.consort-statement.org).