

## ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO (ORIGINAL)

## Usabilidade teórica de um dispositivo inovador de reabilitação para doentes pós-enfarte: Estudo observacional com enfermeiros de reabilitação

*Theoretical usability of an innovative device for post-infarction rehabilitation: Observational study with rehabilitation nurses*

*Usabilidad teórica de un dispositivo innovador para la rehabilitación posinfarto: Estudio observacional con enfermeros de rehabilitación*

Rafael A. Bernardes <sup>1</sup>
 <https://orcid.org/0000-0003-2110-7483>
Pedro Parreira <sup>1</sup>
 <https://orcid.org/0000-0002-3880-6590>
Luís Sousa <sup>2</sup>
 <https://orcid.org/0000-0002-9708-5690>
Arménio Guardado Cruz <sup>1</sup>
 <https://orcid.org/0000-0003-3254-3176>

<sup>1</sup> Unidade de Investigação em Ciências da Saúde: Enfermagem (UICISA: E), Escola Superior de Enfermagem de Coimbra (ESENFC), Coimbra, Portugal

<sup>2</sup> Escola Superior de Saúde Atlântica, Departamento de Enfermagem, Lisboa, Portugal

**Resumo**

**Enquadramento:** Os programas de reabilitação cardíaca são fundamentais para a recuperação e manutenção da capacidade funcional em pessoas vítimas de enfarte agudo do miocárdio. Os programas atuais evidenciam taxas de abandono elevadas e requerem mais elementos geradores de motivação nos utilizadores.

**Objetivos:** Avaliar e comparar a usabilidade de dois protótipos de um dispositivo de reabilitação inovador para doentes pós enfarte agudo do miocárdio.

**Metodologia:** Estudo observacional quantitativo, utilizando uma escala do tipo *Likert* de 5 pontos numa amostra de 16 enfermeiros especialistas em reabilitação, selecionados através da técnica de amostragem “bola de neve”.

**Resultados:** A análise quantitativa revelou uma avaliação tridimensional dos protótipos com uma pontuação média de 4 valores, indicando usabilidade e intenção de uso. Ambos os protótipos foram considerados úteis, funcionais e fáceis de aprender e utilizar, observando-se poucas diferenças nas três dimensões. A facilidade de aprendizagem revelou-se mais consensual no protótipo Alfa.

**Conclusão:** Os dois protótipos desenvolvidos alcançaram pontuações de usabilidade elevadas e são muito semelhantes, apresentando um forte potencial de eficácia no contexto desejado.

**Palavras-chave:** enfermagem em reabilitação; infarto do miocárdio; reabilitação cardíaca; projetos de desenvolvimento tecnológico e inovação; design centrado no usuário

**Abstract**

**Background:** Cardiac rehabilitation programs are essential for recovering and maintaining functional capacity in patients with acute myocardial infarction. Current programs have high dropout rates and require more motivational features.

**Objectives:** To assess and compare the usability of two prototypes of an innovative rehabilitation device for post-infarction patients.

**Methodology:** This is a quantitative observational study using a 5-point Likert-type scale with 16 nurse specialists in rehabilitation, selected through snowball sampling.

**Results:** The quantitative analysis showed a three-dimensional assessment of the prototypes with mean scores of 4, indicating usability and intention to use. Both prototypes were considered useful, functional, and easy to learn and use, with few differences reported on the three dimensions. The ease of learning was more consensual in the Alpha prototype.

**Conclusion:** The two developed prototypes present high usability scores and are very similar, demonstrating great potential for effectiveness in the intended context.

**Keywords:** rehabilitation nursing; myocardial infarction; cardiac rehabilitation; technological development and innovation projects; user-centered design

**Resumen**

**Marco contextual:** Los programas de rehabilitación cardíaca son esenciales para la recuperación y el mantenimiento de la capacidad funcional de los pacientes que han sufrido un infarto agudo de miocárdio. Los programas actuales tienen altas tasas de abandono y requieren más características de motivación.

**Objetivos:** El estudio pretende cuantificar y comparar la usabilidad de dos prototipos de un dispositivo innovador para la rehabilitación de pacientes que han sufrido un infarto.

**Metodología:** Se realizó un estudio cuantitativo observacional con enfermeros especialistas en rehabilitación, para lo cual se aplicó una escala tipo Likert de 5 puntos. Se reunieron 16 participantes con un método de muestreo por bola de nieve.

**Resultados:** El análisis cuantitativo mostró una evaluación tridimensional de los prototipos con una puntuación media de 4, lo que denota la facilidad de uso y la intención de uso. Ambos prototipos se consideraron útiles, funcionales y fáciles de aprender y utilizar, con pocas diferencias en las tres dimensiones. La facilidad de aprendizaje se consensuó más en el prototipo alfa.

**Conclusión:** Ambos prototipos desarrollados presentan altos valores de usabilidad y son muy similares, con gran potencial para ser efectivos en el contexto deseado.

**Palabras clave:** enfermería de rehabilitación; infarto de miocardio; rehabilitación cardíaca; proyectos de desarrollo tecnológico e innovación; diseño centrado en el usuario

**Autor de correspondência**

Rafael A. Bernardes

E-mail: [rafaelalvesbernardes@esenfc.pt](mailto:rafaelalvesbernardes@esenfc.pt)

Recebido: 08.09.21

Aceite: 26.04.22



**Como citar este artigo:** Bernardes, R. A., Parreira, P., Sousa, L., & Cruz, A. G. (2022). Usabilidade teórica de um dispositivo inovador de reabilitação para doentes pós-enfarte: Estudo observacional com enfermeiros de reabilitação. *Revista de Enfermagem Referência*, 6(1), e21108. <https://doi.org/10.12707/RV21108>



## Introdução

A reabilitação cardíaca (RC) constitui-se como uma intervenção multidisciplinar essencial para a recuperação de pessoas que sofram episódios cardíacos agudos, como o enfarte do miocárdio (Anderson et al., 2016). Contudo, o carácter algo restritivo e exigente dos programas de reabilitação convencionais e a falta de programas de intervenção personalizados e de dispositivos ergonómicos aumentam as taxas de desistência (Mikkelsen et al., 2014). O desenvolvimento de tecnologias inovadoras e dispositivos de assistência é prática corrente, sendo a inclusão dos profissionais de enfermagem nestes processos crucial para o alcançar de soluções eficazes (Castner et al., 2016). Este estudo visa avaliar e comparar a usabilidade de dois protótipos de um dispositivo de reabilitação inovador para doentes pós enfarte. Pretende ainda melhorar os protótipos do dispositivo *Ablefit*, avaliando a sua usabilidade do ponto de vista dos enfermeiros de reabilitação, contribuindo para a sua constituição como dispositivos de assistência eficientes e seguros, e respondendo aos desafios colocados pela investigação em curso nesta área.

## Enquadramento

A Sociedade Europeia de Cardiologia (Thygesen et al., 2019) definiu recentemente o enfarte agudo do miocárdio (EAM) como a morte da célula miocárdica devido a isquemia prolongada, resultando num fornecimento insuficiente de oxigénio para os músculos.

O EAM e as alterações fisiológicas que ocorrem em simultâneo provocam cansaço, dispnéia e perda de força muscular nas pessoas vítimas desta doença, limitando-lhes assim as atividades de vida diária (AVDM; Lopes et al., 2018). A inclusão em programas de RC é recomendada, uma vez que estes são intervenções multidisciplinares complexas com benefícios específicos para as pessoas pós EAM (Michelsen et al., 2020). O exercício físico é um dos elementos e intervenções centrais da RC, que, de acordo com Price et al. (2020), deve ser indicado para patologias como a angina estável ou o EAM.

Neste contexto, a aplicação de intervenções assistidas por dispositivos médicos tem demonstrado resultados significativos na recuperação da função motora (Phyo et al., 2016). Para pessoas acamadas com força muscular reduzida, como durante a primeira fase da RC, alguns programas “convencionais” (como deambulação progressiva ou treinos de transferências e resistência) podem revelar-se demasiado exigentes, como observado no estudo de Resurrección et al. (2019), onde se relataram elevadas taxas de desistência. Assim, é crucial investigar e estudar intervenções mais eficazes e motivadoras para os utilizadores. A utilização de tecnologia num programa de reabilitação tem-se revelado altamente benéfica devido ao seu potencial de atratividade e eficácia. Os enfermeiros desempenham um papel vital no desenvolvimento de novos dispositivos, particularmente na elaboração de conceitos e construção de protótipos (Castner et al., 2016), devido à sua perícia e proximidade aos problemas da vida real.

A Unidade de Investigação em Ciências da Saúde: Enfermagem (UICISA: E) da Escola Superior de Enfermagem de Coimbra (ESEnfC) e o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) desenvolveram o dispositivo *Ablefit*. O dispositivo tem uma patente nacional aprovada para a reabilitação de pessoas acamadas. Foram desenvolvidos os protótipos Alfa e Beta para o dispositivo *Ablefit*. O protótipo Alfa inclui um cicloergómetro para membros inferiores. O protótipo Beta não possui esta característica, mas tem vários elásticos com resistência progressiva e um sistema de *biofeedback* em tempo real. O primeiro é multimodal, sendo fácil de montar e transportar, permitindo a mobilização de membros superiores e inferiores através de um elástico único, mas sem variação de resistência. O segundo protótipo possui vários elásticos com diferentes níveis de resistência, estando ligado a um computador, que avalia outros parâmetros de exercício, tais como o tempo e a intensidade.

Este estudo visa avaliar e comparar a usabilidade de ambos os protótipos para a reabilitação de pessoas em situação de pós-EAM. De acordo com a Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization* - ISO, 2018), a usabilidade pode ser definida como a eficácia, eficiência e satisfação com que determinados utilizadores atingem objetivos determinados em contextos específicos. Neste sentido, este estudo utilizou o Modelo de Aceitação de Tecnologia (*Technology Acceptance Model* - TAM) como referência conceptual e concentrou-se nas dimensões de usabilidade pretendidas. Este modelo procura explicar e prever a intenção dos utilizadores de usar uma tecnologia com base na perceção da utilidade e facilidade de utilização (Sagnier et al., 2020).

## Questões de investigação

Qual é a usabilidade e ergonomia dos protótipos Alfa e Beta do dispositivo *Ablefit* para doentes pós EAM? De que forma podem os protótipos ser comparados?

## Metodologia

Foi realizado um estudo observacional quantitativo com enfermeiro/as de reabilitação que trabalham em Portugal. Os profissionais de enfermagem foram selecionados utilizando a técnica de amostragem exponencial “bola de neve”.

Os critérios para inclusão no estudo exigiam que o participante fosse enfermeiro/a com pelo menos uma pós-licenciatura de especialização em enfermagem de reabilitação (enfermeiro/a especialista em enfermagem de reabilitação) e que tivesse pelo menos três anos de experiência clínica como enfermeiro/a (não necessariamente como especialista em enfermagem de reabilitação). Foram excluídos os enfermeiros de cuidados gerais e os profissionais que tiveram contacto prévio com o dispositivo em estudo (quer teórico, por conhecerem o conceito subjacente, quer prático, por o terem experimentado).

Antes de assinarem os formulários de consentimento

informado, os indivíduos considerados elegíveis para este estudo receberam todas as informações necessárias sobre o seu objetivo, os procedimentos inerentes à investigação, e o carácter voluntário da sua participação.

A versão portuguesa da *System Usability Scale* (SUS; Martins et al., 2015), originalmente desenvolvida por John Brooke em 1996, foi utilizada na avaliação da usabilidade. A SUS avalia três componentes essenciais da usabilidade - a eficiência, a eficácia e a satisfação - ao mesmo tempo que permite fazer uma avaliação subjetiva (qualitativa). Este instrumento foi selecionado na medida em que é considerado fácil de preencher, pode ser utilizado em pequenas amostras com resultados fiáveis, e possui validade de construto, distinguindo eficazmente entre sistemas com perceção de usabilidade e sistemas sem perceção de usabilidade.

Inicialmente, o instrumento foi concebido exclusivamente para avaliar a perceção de facilidade de utilização. No entanto, alguns autores (Martins et al., 2015) consideram-no uma medida global de usabilidade que pode ser dividida em duas subescalas: usabilidade (itens 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9) e aprendizagem (itens 4 e 10).

A SUS foi validada para a população portuguesa em 2015 por Martins et al. (2015) num estudo com 32 participantes, que resultou em 10 itens considerados equivalentes à SUS original. Devido à percentagem de concordância (76,67%) entre os participantes sobre a usabilidade/ não usabilidade do sistema em estudo, os autores concluíram que a versão portuguesa da SUS é capaz de fazer esta distinção de forma eficaz.

O instrumento é composto por dez itens, pontuados de 1 a 5 pontos numa escala de *Likert*, que vai de *discordo totalmente* a *concordo totalmente*. Os itens que compõem o instrumento são os seguintes: 1 – “Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.”; 2 – “Considerarei o produto mais complexo do que necessário”; 3 – “Achei o produto fácil de utilizar”; 4 – “Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.”; 5 – “Considerarei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas”; 6 – “Achei que este produto tinha muitas inconsistências”; 7 – “Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.”; 8 – “Considerarei o produto muito complicado de utilizar.”; 9 – “Senti-me muito confiante a utilizar este produto”; 10 – “Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto”.

Devido ao contexto da Pandemia de Covid-19, os questionários foram preenchidos sem que os participantes experimentassem os protótipos. Assim, foi necessário adaptar a versão portuguesa do instrumento, reescrevendo os itens 9 e 10 da seguinte forma: 9 – “Sentir-me-ia muito confiante ao usar este produto” e 10 – “Teria de aprender muito antes de poder lidar com este produto.” Assim, e tendo em conta as subescalas mencionadas, considerou-se que a utilização da escala no contexto descrito permitiria avaliar a usabilidade e o potencial de aprendizagem do dispositivo.

Os dados sociodemográficos dos participantes foram recolhidos utilizando um questionário elaborado pela equipa de investigação e inserido na plataforma *Google*

*Forms*, juntamente com a SUS. Antes de contactar os participantes, a equipa de investigação gravou dois vídeos demonstrando o funcionamento de cada protótipo. Estes vídeos foram compilados num único vídeo de 6 minutos com a demonstração global de cada protótipo acompanhada por uma explicação áudio.

Os participantes foram convidados a fazer parte da investigação através de um e-mail, que incluía o formulário de consentimento informado. Os participantes foram recrutados entre maio e junho de 2020.

Após a equipa de investigação receber a aceitação do convite para a participação no estudo e o formulário de consentimento informado assinado, foi enviado um e-mail com um *Doodle* a cada participante para que estes pudessem escolher uma das três sessões de grupo focal, que ocorreram em julho de 2020. Cada sessão começou com a breve apresentação da agenda aos participantes, seguida do vídeo demonstrando o funcionamento de cada protótipo. Em seguida, o *link* para o *Google Forms* foi enviado aos participantes através do *chat* da sessão realizada através de Zoom. Cada sessão teve uma duração média de uma hora.

As estratégias em caso de desistência de participantes consistiam em recolher o motivo da desistência, independentemente da fase do estudo e informações recolhidas, as quais foram eliminadas da base de dados, à qual apenas o investigador principal tinha acesso.

Sendo responsável pela avaliação ética deste estudo, o Comité de Ética da UICISA: E deu-lhe um parecer favorável (P671-05/2020).

A análise estatística e o tratamento de dados foram realizados utilizando o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 25, e estatística descritiva e inferencial (teste *t-Student*). O teste *t-Student* para amostras independentes foi realizado para avaliar as diferenças entre os valores médios das pontuações dos protótipos. As diferenças entre médias cujo valor *p* do teste foi inferior ou igual a 0,05 foram consideradas estatisticamente significativas.

Foi realizada uma análise fatorial exploratória (AFE) para examinar as dimensões das pontuações dos participantes. Dado que alguns itens se apresentavam invertidos e de forma que uma pontuação mais elevada correspondesse a uma apreciação mais positiva, fez-se a inversão dos itens negativos (2, 4, 6, 8, 10). Para analisar até que ponto os dados revelavam uma distribuição normal, foram realizados os testes de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* (KG) e *Shapiro-Wilk* (SW).

## Resultados

Foram realizadas três grupos focais com um total de 16 profissionais de enfermagem, dos quais 68,8% (11) eram homens e 31,3% (5) mulheres, com uma idade média de 31,38 anos (*DP* = 7,63). Quanto às habilitações académicas, além de serem especialistas em enfermagem de reabilitação, 25% (4) dos participantes possuíam uma pós-graduação, 31,3% (5) um mestrado, 18,8% (3) um doutoramento, e 6,3% (1) um pós-doutoramento. Foi

registrado um total de 3 (18,75%) respostas em falta no campo das habilitações académicas, provavelmente devido a um erro no questionário utilizado para recolher os dados. No entanto, estas faltas não apresentaram qualquer prejuízo para os resultados do estudo. A maioria dos participantes, 75% (12), trabalhava em instituições hospitalares públicas, e os restantes 25% (4) estavam na área do ensino superior, nomeadamente em escolas de enfermagem. Os participantes dos hospitais públicos trabalhavam em diferentes unidades/serviços, nomeadamente cuidados intensivos, gastroenterologia, pediatria, oncologia médica, medicina interna, reabilitação física e medicina, e cirurgia cardiotorácica. Dos 16 enfermeiros/as, 25% (4) estavam no seu local de trabalho atual há 5 anos ou menos, 12,5% (2) entre 6 e 10 anos, 37,5% (6) entre 11 e 20 anos, e 25% (4) há mais de 20 anos. Considerando o tempo de experiência profissional enquanto enfermeiro/as, 56,3% (9) trabalhavam há mais de 20 anos. Como enfermeiros especialistas em reabilitação, 37,5% (6) tinham uma experiência profissional entre 11 e 20 anos.

Foi realizada uma análise das dimensões teóricas de usabilidade da SUS, apresentando-se os valores na forma de Média ( $M$ ) + Desvio Padrão ( $DP$ ).

Tendo em conta as questões relativas ao Protótipo Alfa (Tabela 1), os itens P2 – “Considerarei o produto mais complexo do que necessário.” ( $M = 1.88 \pm 0.96$ ), P6 – “Achei que este produto tinha muitas inconsistências.” ( $M = 1.94 + 0.68$ ) e P8 – “Considerarei o produto muito complicado de utilizar.” ( $M = 1.44 + 0.63$ ) apresentaram valores médios mais baixos. Por outro lado, os itens P3 – “Achei o produto fácil de utilizar.” ( $M = 4.31 + 1.01$ ) e P7 – “Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.” ( $M = 4.50 + 0.52$ ) apresentaram valores médios elevados. O item P7 – “Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.” registou um nível de variabilidade baixo ( $M = 4.50 + 0.52$ ), enquanto os itens P3 – “Achei o produto fácil de utilizar.” ( $M = 4.31 + 1.01$ ) e P4 – “Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.” ( $M = 1.69 + 1.08$ ) apresentaram níveis de variabilidade mais elevados.

**Tabela 1**

*Valores mínimos, máximos, da média e do desvio padrão das dimensões teóricas da SUS para o Protótipo Alfa*

Dimensões	Itens	Min	Max	$M$	$DP$
Usabilidade	P1 – Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.	2	5	3,94	0,85
	P2 – Considerarei o produto mais complexo do que necessário.	1	4	1,88	0,96
	P3 – Achei o produto fácil de utilizar.	2	5	4,31	1,01
	P5 – Considerarei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.	2	5	3,88	0,81
	P6 – Achei que este produto tinha muitas inconsistências.	1	3	1,94	0,68
	P7 – Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.	4	5	4,50	0,52
	P8 – Considerarei o produto muito complicado de utilizar.	1	3	1,44	0,63
	P9 – Sentir-me-ia muito confiante ao usar este produto.	3	5	4,25	0,68
	Aprendizagem	P4 – Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.	1,00	4,00	1,69
P10 – Teria de aprender muito antes de poder lidar com este produto.		1,00	4,00	1,94	0,93

*Nota.*  $M$  = Média;  $DP$  = Desvio-Padrão; Min = Mínimo; Max = Máximo.

Analisando as respostas sobre o Protótipo Beta (Tabela 2), os itens P2 – “Considerarei o produto mais complexo do que necessário” ( $M = 1.81 \pm 0.83$ ), P6 – “Achei que este produto tinha muitas inconsistências” ( $M = 1.81 \pm 0.75$ ) e P8 – “Considerarei o produto muito complicado de utilizar” ( $M = 1.56 \pm 0.73$ ) apresentaram valores médios mais baixos. Os itens P3 – “Achei o produto fácil de utilizar” ( $M = 4.38 \pm 0.81$ ) e P7 – “Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto”

( $M = 4.50 \pm 0.52$ ) registaram valores médios mais altos. O item P7 – “Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto” ( $M = 4.50 \pm 0.52$ ) apresentou um nível de variabilidade das respostas baixo, enquanto os itens P1 – “Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência” ( $M = 4.13 \pm 0.96$ ) e P10 – “Teria de aprender muito antes de poder lidar com este produto” ( $M = 2.06 \pm 1.06$ ) registaram níveis de variabilidade altos.

**Tabela 2**

Valores mínimos, máximos, da média e do desvio padrão das dimensões teóricas da SUS para o Protótipo Beta

Dimensões	Itens	Min	Max	M	DP
Usabilidade	P1 – Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.	2	5	4,13	0,96
	P2 – Considerei o produto mais complexo do que necessário.	1	4	1,81	0,83
	P3 – Achei o produto fácil de utilizar.	3	5	4,38	0,81
	P5 – Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.	2	5	3,88	0,89
	P6 – Achei que este produto tinha muitas inconsistências.	1	3	1,81	0,75
	P7 - Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.	4	5	4,50	0,52
	P8 – Considerei o produto muito complicado de utilizar.	1	3	1,56	0,73
	P9 – Sentir-me-ia muito confiante ao usar este produto.	3	5	4,25	0,77
	Aprendizagem	P4 – Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.	1	4	1,63
P10 – Teria de aprender muito antes de poder lidar com este produto.		1	5	2,06	1,06

Nota. M = Média; DP = Desvio-Padrão; Min = Mínimo; Max = Máximo.

O Alfa de Cronbach foi determinado para avaliar a consistência interna das dimensões teóricas da SUS, tendo sido obtida uma pontuação de 0,85 para a dimensão “Usabilidade” e 0,18 para a dimensão “Aprendizagem”. Tendo em conta que a segunda dimensão não apresentou valores aceitáveis, foram realizadas uma AFE e uma Análise

de Componentes Principais (Tabela 3).

A matriz gerada pela AFE revelou três dimensões passíveis de interpretação com cargas fatoriais superiores a 0,56, diferentes das dimensões teóricas da SUS.

O Alfa de Cronbach foi também determinado, revelando valores adequados de consistência interna.

**Tabela 3**

Média, desvio padrão, comunalidades, e cargas fatoriais das dimensões da SUS

Itens	D1	D2	D3	h <sup>2</sup>	M	DP
P10 (i) Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.	<b>0,91</b>			0,84	4,00	0,98
P5 - Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.	<b>0,79</b>			0,66	3,88	0,83
P6 (i) - Achei que este produto tinha muitas inconsistências.	<b>0,71</b>	0,35		0,63	4,13	0,71
P4 (i) - Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.		<b>0,93</b>		0,87	4,34	1,00
P1 - Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência.	0,42	<b>0,65</b>	0,38	0,74	4,03	0,90
P8 (i) - Considerei o produto muito complicado de utilizar.	0,43	<b>0,64</b>		0,63	4,50	0,67
P9 - Sentir-me-ia muito confiante ao usar este produto.	0,53	<b>0,62</b>		0,70	4,25	0,72
P3 - Achei o produto fácil de utilizar.	0,47	<b>0,57</b>	0,47	0,76	4,34	0,90
P7 - Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.			<b>0,96</b>	0,92	4,50	0,51
P2 (i) - Considerei o produto mais complexo do que necessário.		0,48	<b>0,67</b>	0,68	4,16	0,88

Nota. Método de rotação = Varimax com Normalização Kaiser; (i) = Itens invertidos; D1 = Dimensão 1; D2 = Dimensão 2; D3 = Dimensão 3; h<sup>2</sup> = Comunalidades; M = Média; DP = Desvio-padrão

A Dimensão 1 (D1) “Funcionalidade e Aprendizagem” tem três itens (P5, P6 e P10), a Dimensão 2 (D2) “Intencionalidade e Facilidade de Utilização” possui cinco itens (P1, P3, P4, P8 e P9), e a Dimensão 3 (D3) “Complexidade e Aprendizagem” contém dois itens (P2 e P7). Quanto à consistência interna, as D1 e D2 foram consideradas adequadas (Alfa de Cronbach > 0,70). A D3 foi considerada aceitável, apesar de ter um valor de 0,63. De acordo com Taber (2018), em dimensões com dois itens, um valor de consistência interna superior a 0,60 deve ser considerado aceitável.

Assim, as três novas dimensões foram consideradas passíveis de interpretação, com valores de consistência interna adequados.

Com um valor de SW (32) = 0,94 ( $p = 0,07$ ), os dados foram considerados como tendo uma distribuição normal. O teste *t-Student* para amostras independentes é

apresentado na Tabela 4.

Considerando a D1, os participantes atribuíram valores médios superiores ao ponto médio da escala aos protótipos Alfa ( $M = 4 + 0,64$ ) e Beta ( $M = 4 + 0,79$ ), indicando funcionalidade e facilidade de aprendizagem.

Atribuíram à D2 valores médios superiores à D1, com  $M = 4,3 + 0,73$  no protótipo Alfa e  $M = 4,3 + 0,67$  no protótipo Beta, demonstrando a facilidade de utilização e a intenção de utilizar frequentemente e com confiança. A D3 apresentou valores médios elevados ( $M = 4,3 + 0,68$ ) para o protótipo Alfa e  $M = 4,3 + 0,57$  para o protótipo Beta, indicando velocidade e facilidade na aprendizagem, mas também algum grau de complexidade.

O teste *t-Student* foi analisado em relação às diferenças nas médias para determinar diferenças estatisticamente significativas.

**Tabela 4**

*Média, desvio-padrão e nível de significância no teste t-Student das dimensões empíricas dos protótipos Alfa e Beta e testes de normalidade KS e SW*

Dimensões Empíricas	Protótipo	N	M	DP	EPM	Sig (2-tailed)
D1 “Funcionalidade e Aprendizagem”	Alfa	16	4,000	0,644	0,161	1,00
	Beta	16	4,000	0,788	0,197	
D2 “Intencionalidade e Facilidade de Utilização”	Alfa	16	4,275	0,726	0,181	0,88
	Beta	16	4,312	0,665	0,166	
D3 “Complexidade e Aprendizagem”	Alfa	16	4,312	0,680	0,170	0,89
	Beta	16	4,343	0,569	0,142	

  

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
GL	p	Statistics	GL	p	
32	0,021	0,938	32	0,067	

Nota. M = Média; DP = Desvio-Padrão; EPM = Erro Padrão da Média; a. Correção de Lilliefors; GL= Graus de Liberdade; p = significância.

O teste *t-Student* demonstrou que as diferenças observadas entre as médias da D1, D2 e D3 dos dois protótipos não eram estatisticamente significativas: D1  $t(30) = 0,00$  ( $p = 2,00$ ); D2  $t(30) = -0,15$  ( $p = 0,88$ ); e D3  $t(29,10) = -0,14$  ( $p = 0,89$ ), o que permite aceitar a hipótese nula ( $H_0$ ). Desta forma, é possível concluir que os participantes avaliaram a usabilidade de forma semelhante e altamente positiva para ambos os protótipos.

## Discussão

O exercício físico constitui-se como um elemento central das intervenções dos profissionais de saúde. Nos Programas de Reabilitação Cardíaca (PRC), as tecnologias de assistência desenvolvidas atuam como catalisadores e complementos à prática profissional. Neste sentido, a *American Heart Association* recomenda a realização de RC após doença cardiovascular, principalmente para reduzir

o risco de recidivas (Thomas et al., 2018). Claes et al. (2017) defende que a RC baseada no exercício físico favorece a recuperação após um episódio de doença cardiovascular, registrando uma redução de 15% a 31% na mortalidade associada. Foi neste contexto que a equipa de investigação do presente estudo desenvolveu o dispositivo *Ablefit* e convidou um grupo de especialistas para avaliar a sua usabilidade.

A aplicação da SUS permitiu avaliar a usabilidade dos dois protótipos Alfa e Beta, tendo em conta as dimensões teóricas deste instrumento: “Usabilidade e Aprendizagem”. Relativamente ao protótipo Alfa, embora haja consenso quanto à velocidade de aprendizagem (P7: “Considerarei o produto muito complicado de utilizar”;  $M = 4,50 + 0,52$ ), os resultados indicam também que, do ponto de vista do utilizador, as funções do dispositivo poderão revelar-se algo complexas (P3: “Achei o produto fácil de utilizar”;  $M = 4,31 + 1,01$  e P4: “Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto”;  $M = 1,69 + 1,08$ ).

Relativamente ao protótipo Beta, é interessante observar a mesma variabilidade de resposta do protótipo Alfa no item P7 ( $M = 4,50 + 0,52$ ). É também possível identificar um nível inferior de variabilidade de respostas aos itens P3 ( $M = 4,38 + 0,81$ ) e P4 ( $M = 1,63 + 0,96$ ), o que indica um maior consenso entre os participantes sobre a simplicidade e facilidade de utilização do protótipo Beta, quando comparado com o Alfa.

A evolução significativa na escala teórica de um protótipo para o outro é um aspeto claramente positivo do processo de desenvolvimento de um dispositivo médico, uma vez que evita a ocorrência de erros de conceção que possam limitar o desempenho do utilizador (seja este um profissional de saúde ou uma pessoa a quem se prestam cuidados) e diminuir a sua eficácia (Ribeiro et al., 2018). Apesar das pontuações obtidas nas dimensões teóricas, a consistência interna da dimensão “Aprendizagem” não foi considerada aceitável (Alfa de Cronbach 0,18). No entanto, a AFE realizada revelou três dimensões empíricas: D1 - “Funcionalidade e Aprendizagem”; D2 - “Intencionalidade e Facilidade de Utilização”; e D3 - “Complexidade e Aprendizagem”, com valores de consistência interna (Alfa do Cronbach de 0,78; 0,87 e 0,64, respetivamente) considerados adequados.

Ao analisar as pontuações médias das dimensões empíricas, é possível determinar que os participantes avaliaram de forma significativamente favorável ambos os protótipos. Relativamente à D1, a pontuação média foi para ambos os protótipos de 4,00 valores ( $p = 1,00$ ), indicando que os participantes consideraram a funcionalidade dos dispositivos e a sua aprendizagem como simples e fácil. A pontuação média para a D2 foi superior a 4,00 valores ( $p = 0,88$ ), revelando que os enfermeiros utilizariam os dispositivos com frequência e sem dificuldade. A D3 revelou as melhores pontuações médias ( $M > 4,00$ ;  $p = 0,89$ ), indicando que todos os participantes concordavam fortemente com a simplicidade e facilidade de aprendizagem dos protótipos. As avaliações feitas pelos profissionais de saúde às três dimensões empíricas revelaram-se significativamente positivas e não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois protótipos. Assim, é possível concluir que nenhum protótipo é melhor do que o outro, e as diferenças mais notáveis entre ambos residem nas suas propriedades e características estruturais. O facto de todas as dimensões terem em comum o fator de aprendizagem demonstra a necessidade de o dispositivo ser rápido e fácil de aprender. Govindarajulu et al. (2017) salientam que os dispositivos médicos requerem habitualmente formação específica e, muitas vezes, as curvas de aprendizagem podem ser longas. Assim, o desenvolvimento de um protótipo fácil de usar e rápido de aprender revela-se mais eficiente e motivador para os utilizadores.

Neste sentido, o modelo conceptual TAM, que orientou os estudos de usabilidade do *Ablefit*, destaca o significado da perceção da utilidade (PU) e da perceção da facilidade de uso (PFU), subjacentes à importância da facilidade de aprendizagem e da simplicidade de utilização dos dispositivos (Ho et al., 2019). Os estudos desenvolvidos permitiram satisfazer estes pressupostos e reforçar a usa-

bilidade do *Ablefit*.

Embora a confiança seja o principal fator de influência na adesão aos serviços *mHealth*, seguida pelas PU e PFU (Son et al., 2020), os participantes deste estudo concentraram-se mais na facilidade de aprendizagem e simplicidade do dispositivo.

De acordo com o modelo teórico desenvolvido por He et al. (2018), a perceção de facilidade melhora as crenças dos utilizadores finais sobre a capacidade de um dispositivo para realizar a tarefa pretendida. Por conseguinte, é fundamental criar dispositivos simples e intuitivos do ponto de vista do utilizador.

É igualmente possível concluir que todos os participantes se concentraram no conceito de aprendizagem, o que coincide com os pressupostos da SUS. No entanto, ao analisar os resultados, é interessante notar que os participantes dividiram a dimensão “Usabilidade” descrita na escala teórica em três conceitos amplos: funcionalidade, intencionalidade e complexidade, seguindo as definições da ISO anteriormente apresentadas. Assim, as principais dimensões consideradas na análise da usabilidade do dispositivo - “Funcionalidade e Aprendizagem”, “Intencionalidade e Facilidade de Aprendizagem”, e “Complexidade e Aprendizagem” - demonstraram ser significativamente consistentes com a teoria e permitiram alcançar os objetivos propostos no início desta investigação.

No entanto, este estudo apresenta algumas limitações. O número reduzido de enfermeiros da área da cardiologia que participaram no estudo pode ter empobrecido ou diminuído a variedade de sugestões para melhoria dos protótipos. A implementação deste estudo durante a Pandemia de Covid-19 também impediu os enfermeiros de experimentarem os protótipos dentro de um cenário prático de simulação o que pode ter contribuído para uma perceção mais limitada das vantagens ou desvantagens dos dispositivos. Além disso, a SUS é particularmente utilizada após os participantes experimentarem o sistema em avaliação e antes de qualquer discussão.

Este estudo beneficiou da possibilidade de comparar com sucesso dois protótipos funcionais do mesmo dispositivo, o que por sua vez permitirá a melhor compreensão do seu funcionamento e de como este poderá ser melhorado.

## Conclusão

As patologias cardíacas, particularmente o EAM, constituem uma causa significativa de mortalidade, particularmente a longo prazo e na ausência de intervenções seguras e eficazes.

A aplicação de dispositivos inovadores em PRC de uma forma estruturada e planeada permite a implementação de intervenções mais eficazes. É dentro deste contexto que o presente estudo foi desenvolvido.

Ambos os protótipos do estudo demonstraram ser seguros e fáceis de utilizar, e as suas funções revelaram-se fáceis e rápidas de aprender. Os protótipos apresentaram um potencial significativo de eficácia nos contextos para os quais foram desenvolvidos. Ambos mostram elevado potencial de funcionamento, intenção e capacidade de

aprendizagem, obtendo uma pontuação de usabilidade considerada aceitável para um sistema desenvolvido.

Este estudo contribuiu para o desenvolvimento de um novo dispositivo que ajudará a aumentar a motivação e os níveis de participação dos doentes cardíacos em PRC, bem como a sua recuperação funcional e desempenho de AVD.

Estudos futuros devem definir os melhores critérios de segurança e parâmetros de avaliação funcional, permitindo assim aos profissionais de saúde e doentes contribuírem para a melhoria da qualidade dos cuidados e a produção de resultados favoráveis à saúde. Após as fases iniciais de conceção e desenvolvimento dos protótipos, deve-se avançar para a fase de verificação e validação do processo de desenvolvimento do dispositivo médico, levando a cabo estudos experimentais para avaliar a sua eficácia e segurança com os doentes pós EAM.

### Contribuição de autores

Conceitualização: Bernardes, R. A., Parreira, P., Cruz, A. G.

Curadoria dos dados: Bernardes, R. A., Parreira, P.

Análise formal: Bernardes, R. A., Parreira, P.

Investigação: Bernardes, R. A., Parreira, P., Cruz, A. G.

Metodologia: Bernardes, R. A., Parreira, P., Cruz, A. G.

Administração do projeto: Bernardes, R. A., Cruz, A. G.

Supervisão: Parreira, P., Sousa, L., Cruz, A. G.

Validação: Parreira, P., Sousa, L., Cruz, A. G.

Redação do rascunho original: Bernardes, R. A.

Redação – revisão e edição: Bernardes, R. A., Parreira, P., Sousa, L., Cruz, A. G.

### Agradecimentos

Unidade de Investigação em Ciências da Saúde: Enfermagem (UICISA: E), Escola Superior de Enfermagem de Coimbra (ESEnfC).

### Referências bibliográficas

- Anderson, L., Thompson, D. R., Oldridge, N., Zwisler, A.-D., Rees, K., Martin, N., & Taylor, R. S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 5(1), CD001800. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001800.pub3>
- Castner, J., Sullivan, S. S., Titus, A. H., & Klingman, K. J. (2016). Strengthening the role of nurses in medical device development. *Journal of Professional Nursing*, 32(4), 300-305. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2016.01.002>
- Claes, J., Buys, R., Woods, C., Briggs, A., Geue, C., Aitken, M., Moyna, N., Moran, K., McCaffrey, N., Chouvarda, I., Walsh, D., Budts, W., Filos, D., Triantafyllidis, A., Maglaveras, N., & Cornelissen, V. A. (2017). *BMJ Open*, 7(6), e016781. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-016781>
- Govindarajulu, U. S., Stillo, M., Goldfarb, D., Matheny, G. E., & Resnic, F. S. (2017). Learning curve estimation in medical devices and procedures: Hierarchical modeling. *Statistics in Medicine*, 36(17), 2764-2785. <https://doi.org/10.1002/sim.7309>
- He, Y., Chen, Q., & Kitkuakul, S. (2018). Regulatory focus and technology acceptance: Perceived ease of use and usefulness as efficacy. *Cogent Business & Management*, 5(1), 1459006. <https://doi.org/10.1080/23311975.2018.1459006>
- Ho, K-F, Ho, C-H., & Chung, M-H. (2019). Theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance of the nursing process information system. *PLoS ONE*, 14(6), e0217622. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217622>
- International Organization for Standardization. (2018). *Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and Concepts* (ISO 9241-11:2018). <https://infostore.saiglobal.com/preview/is/en/2018/i.s.eniso9241-11-2018.pdf?sku=1980667>
- Lopes, I., Delgado, B. M., Mendes, M. E., Preto, L. S., & Novo, A. F. (2018). Impact of a home-based exercise program on the functional capacity of the person with coronary artery disease. *Revista de Enfermagem Referência*, 4(19), 71-80. <https://doi.org/10.12707/RIV18036>
- Martins, A. I., Rosa, A. F., Queirós, A., Silva, A., & Rocha, N. P. (2015). European Portuguese validation of the System Usability Scale (SUS). *Procedia Computer Science*, 67, 293-300. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.273>
- Michelsen, H. Ö., Sjölin, I., Schlyter, M., Hagström, E., Kiessling, A., Henriksson, P., Held, C., Hag, E., Nilsson, L., Bäck, M., Schiopu, A., Zaman, M. J., & Leosdottir, M. (2020). Cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction in Sweden: Evaluation of programme characteristics and adherence to European guidelines: The Perfect Cardiac Rehabilitation (Perfect – CR) study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 27(1), 18-27. <https://doi.org/10.1177/2047487319865729>
- Mikkelsen, T., Thomsen, K. K., & Tchijevitch, O. (2014). Non-attendance and dropout in cardiac rehabilitation among patients with ischaemic heart disease. *Danish Medical Journal*, 61(19): A4919. [https://ugeskriftet.dk/files/scientific\\_article\\_files/2018-11/a4919.pdf](https://ugeskriftet.dk/files/scientific_article_files/2018-11/a4919.pdf)
- Phyo, S. T., & Kheng, L. K. (2016). Design and development of robotic rehabilitation device for post stroke therapy. *International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences*, 5(1), 31-37. <https://doi.org/10.18178/ijpmb.5.1.31-37>
- Price, K. J., Gordon, B. A., Bird, S. R., & Benson, A. C. (2020). A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(16), 1715-1733. <https://doi.org/10.1177/2047487316657669>
- Resurrección, D. M., Moreno-Peral, P., Gómez-Herranz, M., Rubio-Valera, M., Pastor, L., Almedira, J. M., & Motrico, E. (2019). Factors associated with non-participation in and dropout from cardiac rehabilitation programmes: A systematic review of prospective cohort studies. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 18(1), 38-47. <https://doi.org/10.1177/1474515118783157>
- Ribeiro, G. S., Silva, R. C., Ferreira, M. A., Silva, G. R., Campos, J. F., & Andrade, B. R. (2018). Equipment failure: Conducts of nurses and implications for patient safety. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 71(4), 1942-1950. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0547>
- Sagnier, C., Loup-Escande, E., Lourdeaux, D., Thouvenin, I., & Valléry, G. (2020). User acceptance of virtual reality: An extended technology acceptance model. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(11), 933-1007. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1708612>
- Son, Y-J., Lee, Y., & Lee, H-J. (2020). Effectiveness of mobile phone-based interventions for improving health outcomes in patients with chronic heart failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research*



*and Public Health*, 17(5), 1749. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051749>

Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's Alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48, 1273-1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>

Thomas, R. J., Balady, G., Banka, G., Beckie, T. M., Chiu, J., Gokak, S., Ho, M., Keteyian, S. J., King, M., Lui, K., Pack, Q., Sanderson, B. K., & Wang, T. Y. (2018). 2018 ACC/AHA clinical

performance and quality measures for cardiac rehabilitation: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on performance measures. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 11, e000037. <https://doi.org/10.1161/HCQ.0000000000000037>

Thygesen, K., Alpert, J. S., Jaffe, A. S., Chaitman, B. R., Bax, J. J., Morrow, D. A., & White, H. D. (2019). Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *European Heart Journal*, 40(3), 237-269. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy462>

