



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E
SIMULAÇÃO NA ÁREA DA SAÚDE

FRANCISCO KEDSON VÍTOR DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL DE AUXÍLIO À
MOBILIZAÇÃO PRECOCE EM PACIENTES CRÍTICOS

FORTALEZA

2021

FRANCISCO KEDSON VÍTOR DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL DE AUXÍLIO À MOBILIZAÇÃO
PRECOCE EM PACIENTES CRÍTICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre nesta área. Área de concentração: Simulação em ensino e inovação na área da saúde. Linha de pesquisa: Desenvolvimento de *softwares* e aplicativos para a área da saúde.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ingrid Correia Nogueira.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S725d Sousa, Francisco Kedson Vítor de.
Desenvolvimento de um aplicativo móvel de auxílio à
mobilização precoce em pacientes críticos : estudo de
desenvolvimento tecnológico / Francisco Kedson Vítor de Sousa. -
2021.
58 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus -
Unichristus, Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva e
Simulação na Área de Saúde, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Ingrid Correia Nogueira.
Área de concentração: Simulação no Ensino da Área Cirúrgica.

1. Aplicativos móveis. 2. Reabilitação. 3. Unidade de terapia
intensiva. I. Título.

CDD 610.28

FRANCISCO KEDSON VÍTOR DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL DE AUXÍLIO À MOBILIZAÇÃO
PRECOCE EM PACIENTES CRÍTICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre nesta área. Área de concentração: Simulação em ensino e inovação na área da saúde. Linha de pesquisa: Desenvolvimento de *softwares* e aplicativos para a área da saúde.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ingrid Correia Nogueira.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Ingrid Correia Nogueira
Orientadora – Centro Universitário Christus (Unichristus)

Paulo Goberlânio de Barros Silva–
Centro Universitário Christus (Unichristus)

João Batista Raposo Mazullo Filho
Doutor em Biologia Celular e Molecular Aplicada a Saúde/ ULBRA

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que Ele colocou no meu caminho me dando forças para superar os momentos mais difíceis.

A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a. Ingrid Correia Nogueira, que com muita paciência, persistência e disponibilidade compartilhou o seu elevado e rigoroso nível científico enriquecendo o trabalho realizado.

Em especial, a minha esposa, Ana Cibele Cidade Nuvens Silveira, por todo amor, apoio, companheirismo e incentivo ao longo dessa jornada, minha maior incentivadora.

Aos meus filhos, Vítor Nuvens Sousa e Davi Nuvens Sousa por serem os meus maiores motivadores. O amor que sinto por vocês é incondicional.

Aos meus amigos, Luiz Anderson Bevilaqua Bandeira e Suyane Pinto de Oliveira Bilhar que conheci nessa jornada. Obrigado por cada sorrisos, abraços e ensinamentos.

Aos grandes profissionais, Daniel Gurgel e Ivens Giacomassi por fazerem parte do desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus pais, José Arimacir de Sousa e Francisca Edileuza Vítor de Sousa por me fornecerem todo suporte ao longo dessa vida, com dedicação e amor.

A coordenação, professores e secretarias, membros do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, do Centro Universitário Christus que contribuíram positivamente nessa jornada.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Edgar Marçal de Barros Filho e Dr. João Batista Raposo Mazullo Filho pelas considerações que engrandeceram este trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Dr. João Batista Raposo Mazullo Filho e Dr. Paulo Goberlânio de Barros Silva por fazerem parte, gentilmente, desse momento tão importante na minha vida.

A todos, minha eterna gratidão.

RESUMO

Com os avanços tecnológicos e científicos na unidade de terapia intensiva (UTI) houve um aumento da sobrevivência dos doentes críticos. Porém a permanência no leito por longos períodos poderá trazer repercussões graves, tais como o aumento da morbidade e da mortalidade, dos custos assistenciais além de predispor a uma piora na funcionalidade e conseqüentemente da qualidade de vida. A mobilização precoce tem sido apontada como uma intervenção capaz de diminuir a fraqueza muscular adquirida e o descondicionamento associados à doença crítica. Esta deve ser iniciada logo após a estabilização dos parâmetros clínicos, mesmo com o paciente sob sedação ou com suporte ventilatório. Apesar da segurança e viabilidade da mobilização precoce há barreiras que impeçam sua implantação. Nesse contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias para implementar a mobilidade precoce como rotina na UTI. O objetivo dessa dissertação foi desenvolver um aplicativo móvel de auxílio a mobilização precoce em pacientes críticos. A construção desse aplicativo seguiu a metodologia de Co-Design em uma versão adaptada, com cinco fases: escopo, compreensão compartilhada, brainstorming, refinamento e implementação. O aplicativo foi criado utilizando o *React Native* que possibilita o desenvolvimento de aplicações mobile, tanto para Android® como para iOS® utilizando a linguagem de programação *Javascript*. Possui uma interface intuitiva, dividida em ícones com diferentes funcionalidades, composta por módulos de cadastro, avaliação funcional do paciente crítico, critérios de segurança e protocolos para mobilização precoce. Foi desenvolvido um aplicativo para auxiliar na tomada de decisão quanto a indicação e a implementação de um protocolo para mobilização precoce em pacientes críticos internados em UTI's. Essa ferramenta possibilita direcionar Fisioterapeutas, docentes e discentes à reabilitação do paciente crítico.

Palavras-chave: reabilitação, unidade de terapia intensiva, aplicações móveis.

ABSTRACT

With the technological and scientific advances in the intensive care unit (ICU) there was an increase in the survival of critically ill patients. However, staying in bed for long periods may bring serious repercussions, such as increased morbidity and mortality, increased health care costs, and a predisposition to a worsening in functionality and, consequently, in quality of life. Early mobilization has been indicated as an intervention capable of reducing the acquired muscle weakness and deconditioning associated with critical illness. It should be started soon after the clinical parameters stabilize, even with the patient under sedation or ventilatory support. Despite the safety and feasibility of early mobilization, there are barriers that hinder its implementation. In this context, it is necessary to develop strategies to implement early mobility as routine in the ICU. The objective of this dissertation was to develop a mobile application to aid early mobilization in critically ill patients. The construction of this app followed the Co-Design methodology in an adapted version, with five phases: scoping, shared understanding, brainstorming, refinement, and implementation. The application was created using React Native, which enables the development of mobile applications for both Android® and iOS® using the Javascript programming language. It has an intuitive interface, divided into icons with different functionalities, composed of modules for registration, functional assessment of the critically ill patient, safety criteria and early mobilization protocols. An application was developed to assist in decision making regarding the indication and implementation of an early mobilization protocol for critically ill patients in ICUs. This tool allows directing Physiotherapists, teachers and students to the rehabilitation of critically ill patients.

Keywords: rehabilitation, intensive care unit, mobile applications.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Custo hospitalar de paciente hospitalar por dia e região.....	12
Figura 2-	Dinamômetro hidráulico Jamar.....	16
Figura 3-	Critérios para Mobilização Precoce com base nas barreiras relacionadas ao paciente.....	21
Figura 4-	Ferramentas e plataformas <i>mHealth</i>	23
Figura 5-	Fluxograma de desenvolvimento do software.....	28
Figura 6-	Sistema de cores para auxiliar os profissionais de saúde na decisão de mobilizar ou não o doente crítico.....	29
Figura 7-	Tela inicial com o nome e a logomarca do aplicativo.....	31
Figura 8-	Tela inicial com as funcionalidades do aplicativo.....	32
Figura 9-	Telas cadastro do aplicativo.....	32
Figura 10-	Tela com os menus de avaliação no paciente crítico.....	33
Figura 11-	Tela de avaliação com o tópico aspectos nutricionais.....	34
Figura 12-	Telas de avaliação de Massa Muscular e Perimetria.....	34
Figura 13-	Telas de avaliação da Força Muscular.....	35
Figura 14-	Telas de Escalas de Avaliação Funcional.....	36
Figura 15-	Telas dos critérios de segurança.....	38
Figura 16-	Tela do aplicativo com as considerações respiratórias para mobilização precoce.....	38
Figura 17-	Tela do aplicativo com as considerações neurológicas para mobilização precoce.....	39
Figura 18-	Tela do aplicativo com as considerações cardiovasculares para mobilização precoce.....	39
Figura 19-	Tela do aplicativo com as considerações clínicas para mobilização precoce.....	40
Figura 20-	Telas do aplicativo com exemplos de resultados para mobilização precoce.	41
Figura 21-	Telas do aplicativo com os protocolos para mobilização precoce.....	43
Figura 22-	Telas do menu pocket do aplicativo.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Barreiras para a mobilização precoce.....	20
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Escore de força do Medical Research Council (MRC).....	15
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASSOBRAFIR - Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva

CB - Circunferência do Braço

CMB - Circunferência Muscular do Braço

CPAx- Chelsea Critical Care Physical Assessment tool

FMA- Fraqueza Muscular Adquirida

FSS-ICU -Functional Status Score for the ICU

ICU- Intensive Care Unit

IMC- Índice de massa corpórea

IMS - Intensive Care Unit Mobility Scale

MP – Mobilização precoce

MRC - Medical Research Council

OMS - Organização Mundial da Saúde

PERME - Perme Intensive Care Unit Mobility Score

PFIT-s -Physical Function in Intensive care Test scored

SOMS- Surgical intensive care unit Optimal Mobilization Score (SOMS)

SIH- Sistema De Informações Hospitalares

SIRS- Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica

SUS- Sistema Único de Saúde

TVP - Trombose Venosa Profunda

UTI - Unidade de Terapia Intensiva

VMI - Ventilação Mecânica Invasiva

VNI - Ventilação Não Invasiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Avaliação do paciente crítico.....	15
2.2 Barreiras para implementação da Mobilização Precoce.....	18
2.3 Saúde Móvel.....	23
3. OBJETIVO	25
4. METODOLOGIA.....	26
4.1 Tipo de estudo.....	26
4.2 Desenvolvimento do aplicativo móvel.....	26
4.3 Pesquisa de mercado.....	27
4.4 Resumo do desenvolvimento do algoritmo do aplicativo.....	27
4.5 Aspectos éticos.....	30
5. RESULTADOS.....	31
6. DISCUSSÃO.....	48
7. LIMITAÇÕES.....	51
8. CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) é uma unidade hospitalar dedicada ao atendimento de pacientes que necessitam de suporte vital e que apresentam risco elevado de falência de órgãos e morte (ERVIN, 2018). Os cuidados intensivos são responsáveis por uma parcela significativa dos custos hospitalares. A despesa de um paciente por dia na UTI pode variar de R\$ 437,84 a R\$ 1.114,74, (Figura 1) conforme cada região, enquanto os outros leitos hospitalares apresentam um custo inferior (DATASUS, 2021).

Figura 1- Custo hospitalar de paciente hospitalar por dia e região



Fonte: <https://auditasus.com.br/internacoes-sus/custo/custo-paciente-dia-sus/custo-paciente-dia-uti-e-nuti-sihsus-por-uf-no-mes>. Acessado em 30 de maio de 2021.

Aproximadamente 13 a 20 milhões de pessoas anualmente em todo o mundo são internadas em UTI. Observa-se um aumento da sobrevivência dos doentes críticos devido aos avanços tecnológicos e científicos na UTI. Todavia, a alta da UTI não está diretamente relacionada ao desfecho da doença crítica. Cerca de 20% dos idosos americanos que saem do hospital são readmitidos nos primeiros 30 dias da alta, sobreviventes de sepse apresentam elevadíssima mortalidade nos primeiros meses, sobreviventes de cuidados intensivos

experimentam déficits em um ou mais domínios no funcionamento físico, psicológico ou cognitivo (DIAZ BALLVE *et al.*, 2017; HODGSON, *et al.*, 2016; IWASHYNA; VIGLIANTI, 2018; PARRY; PUTHUCHEARY, 2015; TEIXEIRA; KERN; ROSA, 2021; WANG *et al.*, 2020).

A permanência no leito por longos períodos poderá trazer repercussões graves com impactos negativos tais como o aumento da morbidade e da mortalidade, que podem perdurar por anos após a alta do paciente, afetando assim a sua qualidade de vida e predispondo ao aumento dos custos assistenciais (DIAZ BALLVE *et al.*, 2017; HODGSON, *et al.*, 2016; IWASHYNA; VIGLIANTI, 2018; PARRY; PUTHUCHEARY, 2015; WANG *et al.*, 2020).

O repouso no leito foi introduzido pela primeira vez no século XIX como um tratamento na recuperação de doenças graves (PARRY; PUTHUCHEARY, 2015). Hipócrates havia sugerido que toda dor era aliviada pelo repouso no leito. No entanto, no início do século XX, pesquisadores de diversas áreas começaram a reconhecer que “períodos prolongados” em repouso no leito não contribuíram na melhora do paciente. (BROWER, 2009).

A imobilização prolongada, ventilação mecânica e sedação no curso da doença crítica foram associadas a mobilidade articular restrita, fraqueza muscular, úlceras por pressão, polineuropatias de doença crítica ou fraqueza adquirida na UTI, trombose venosa profunda (TVP), constipação, ventilação mecânica prolongada, deficiências cognitivas e distúrbios psicológicos (ALAPARTHI *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2020).

A imobilização ocorre na maioria dos pacientes internados em UTI e é um estímulo catabólico em que a quebra de proteínas musculares excede a sintetização proteica. A inflamação, administração de medicamentos e metabolismo energético alterado em pacientes críticos também são outros causadores de catabolismo (VAN GASSEL; BAGGERMAN; VAN DE POLL, 2020).

A utilização do músculo esquelético é diminuída durante o repouso prolongado. Os músculos são ativados com menos frequência, por períodos mais curtos e responsáveis por cargas menores. Essa descarga mecânica dos músculos desencadeia uma cascata de respostas, redução da síntese proteica, proteólise acelerada e aumento da apoptose, que modificam a morfologia do músculo esquelético, com redução da massa e volume muscular, como também alteração da fibra muscular tipo I para II, resultando em catabolismo, atrofia e fraqueza muscular (ANGELA; LIPSHUTZ; GROPPER, 2013; WANG *et al.*, 2020).

Wang e colaboradores (2020) relataram que quando um adulto saudável está acamado a força muscular pode ser reduzida em 1% ao dia. Van Gassel e colaboradores (2020) descreveram que pacientes internados da UTI, dependendo da gravidade da doença, podem perder até 20% de sua massa muscular nos 10 primeiros dias.

Aproximadamente 50% dos pacientes internados em UTI com sepse, falência de múltiplos órgãos ou ventilação mecânica prolongada apresentam disfunção neuromuscular. A incidência aumenta para 100% em pacientes com a Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS). Mais de 25% dos pacientes internados em UTI submetidos a ventilação mecânica por 7 ou mais dias apresentam evidência clínica de fraqueza neuromuscular ao despertar. A atrofia diafragmática acentuada pode ser analisada após 18 horas de ventilação mecânica invasiva (ANGELA; LIPSHUTZ; GROPPER, 2013).

A fraqueza muscular adquirida (FMA) na UTI é o comprometimento neuromuscular mais comum em pacientes gravemente enfermos, sua incidência é de 25 a 31%, dependendo da doença primária, sexo, idade e tratamento. Manifesta-se de três maneiras, polineuropatia, miopatia ou atrofia muscular (APPLETON; KINSELLA; QUASIM, 2015; PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019; WANG *et al.*, 2020).

A polineuropatia da doença crítica é caracterizada por uma polineuropatia axonal sensorio-motora distal simétrica que afeta os músculos dos membros e respiratórios, além dos nervos sensoriais e autonômicos. A miopatia por doença crítica caracteriza-se por fraqueza muscular nos membros e músculos respiratórios com função sensorial retida. Enquanto que a atrofia muscular é uma consequência da inatividade muscular, promovendo o catabolismo muscular com perda do tamanho das células musculares (JOLLEY, BUNNELL, HOUGH, 2016; PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019).

O desenvolvimento da FMA pode resultar em desmame ventilatório prolongado, aumento do tempo de permanência hospitalar, aumento da mortalidade hospitalar, aumento da mortalidade em 180 dias bem como, fraqueza incapacitante persistente até um ano da alta da UTI (APPLETON; KINSELLA; QUASIM, 2015; PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019; WANG *et al.*, 2020).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Avaliação do paciente crítico

Segundo Martins *et al.*, (2017) durante a internação os pacientes críticos apresentam perda de massa muscular e adiposa devido o processo catabólico ocasionado pela doença. Essa desordem nutricional contribui em um maior risco de infecções e aumento do tempo de internação.

As medidas antropométricas são fundamentais para a avaliação do estado nutricional dos indivíduos internados em UTI's. A partir delas, pode-se obter a composição da massa magra e do tecido adiposo. As mais utilizadas são: índice massa corporal (IMC), espessura de dobras cutâneas, circunferência do braço (CB), circunferência muscular do braço (CMB), peso corporal e altura (HEJAZI, *et al.*,2016; SILVA; PAPPEN, 2019).

O *Medical Research Council* (MRC) e a dinamometria são ferramentas amplamente utilizadas para o diagnóstico de fraqueza muscular adquirida na UTI. O MRC consiste na execução de um teste manual bilateral que avalia a força de 6 grupos musculares, nos membros superiores e inferiores, dependendo do esforço e da cooperação do paciente, com um escore que varia de 0 a 60, conforme a Tabela 1. A fraqueza muscular adquirida corresponde a uma pontuação menor que 48 (SCHMIDT *et al.*, 2019; SAMOSAWALA; VAISHALI; KALYANA, 2016; HODGSON *et al.*, 2016).

Tabela 1-Escore de força do Medical Research Council (MRC)

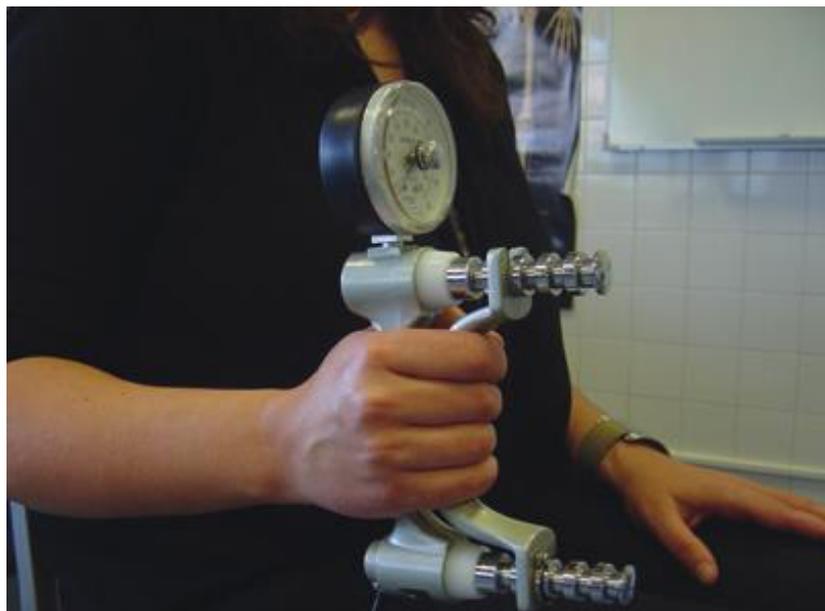
Grupo muscular avaliado
Membro Superior
● Extensão de punho
● Flexão de cotovelo
● Abdução de ombro
Membro Inferior
● Dorsiflexão
● Extensão de joelho
● Flexão de quadril
Graduação da força

0: nenhuma contração visível ou palpável
1: contração visível ou palpável, mas não contra a gravidade
2: movimento do membro, mas não contra gravidade
3: movimento do membro contra a gravidade
4: movimento do membro contra a gravidade mais alguma carga
5: força normal

Fonte: Elaborado pelo autor.

O dinamômetro pode aferir com mais precisão a perda de força muscular. Este dispositivo registra a força produzida pela carga por tensão ou compressão, quantificando a força muscular (SCHMIDT D *et al.*, 2019; SAMOSAWALA; VAISHALI; KALYANA, 2016). A dinamometria de preensão manual (Figura 2) é medida na mão dominante, valores inferiores a 11 kg e 7kg em homens e mulheres, respectivamente, são indicativos de fraqueza muscular adquirida (PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019).

Figura 2- Dinamômetro hidráulico Jamar



Fonte: TOMÁS; FERNANDES (2012, p.40)

A força muscular pode ser avaliada de forma confiável pelo MRC ou dinamometria. O MRC é necessário para identificar especificamente a distribuição típica da fraqueza muscular

adquirida na UTI. Da mesma forma que o MRC, a dinamometria é realizada em pacientes conscientes e cooperativos (PIVA; FAGONI; LATRONICO, 2019).

Segundo Parry *et al.* (2015) a função física refere-se à capacidade em realizar várias atividades desde o autocuidado até atividades mais elaboradas que requerem progressões de mobilidade, força ou resistência. A mensuração da função física em sobreviventes de doenças críticas ocorre por meio de testes de desempenho fornecendo informações sobre as limitações de atividade dos pacientes.

Na atualidade, há 26 medidas relatadas para avaliar a função em sobreviventes de UTI contudo apenas seis dessas escalas foram desenvolvidas especificamente para UTI com avaliação clinimétrica publicada, dentre elas: *Physical Function in Intensive care Test scored* (PFIT-s), *Chelsea Critical Care Physical Assessment tool* (CPAx), *Perme Intensive Care Unit Mobility Score* (PERME), *Surgical intensive care unit Optimal Mobilization Score* (SOMS), *Intensive Care unit Mobility Scale* (IMS) e *Functional Status Score for intensive care unit* (FSS-ICU) (KAWAGUCHI *et al.*, 2016; PARRY, *et al.*, 2015).

A PFIT-s é uma medida que envolve quatro componentes, assistência sentado para ficar de pé, cadência de marcha no local, flexor de ombro e força extensora de joelho. Com escores que variam de 0, incapaz de realizar atividades, a 10, desempenho sem qualquer dificuldade (DENEHY, *et al.*, 2013; PARRY, *et al.*, 2015). Essa escala já possui uma versão adaptada, traduzida e validada para o uso no Brasil (SILVA, *et al.*, 2020).

A CPAx é um instrumento de avaliação da funcionalidade do paciente em UTI composto por 10 componentes, classificados em uma escala de 0 a 5 pontos. A pontuação geral é a soma dos escores dos componentes individuais que variam de 0 a 50, onde os valores mais altos indicam maior nível de independência (CORNER, *et al.*, 2013). Faria e colaboradores (2018) traduziram e adaptaram transculturalmente para o português brasileiro.

A SOMS é uma escala utilizada em UTI cirúrgica com escore variando de 0, sem mobilidade, a 4, paciente é capaz de deambular. Um escore SOMS de 0 indica que nenhuma mobilização deve ser considerada devido ao estado clínico do paciente. O escore 1 indica que

pode executar exercícios de amplitude de movimento (ADM) passivos, enquanto que escore SOMS de 2 refere-se a sentar-se à beira do leito ou em uma cadeira e SOMS de 3 indica que o paciente está apto a ficar em bipedestação (FERREIRA, 2018).

A FSS-ICU é uma medida que envolve cinco tarefas funcionais, rolamento, transferir-se da posição supina para sentada, transferir-se da posição sentada para em pé, sentar-se à beira do leito e caminhar. Cada tarefa é avaliada com escore de zero, totalmente incapaz de realizar, até 7, independência completa. Ela foi traduzida, adaptada e validada culturalmente para o português do Brasil (SILVA *et al.*, 2017).

A PERME avalia de forma objetiva a condição de mobilidade do paciente internado na UTI. Apresenta um escore que varia de 0 a 32 pontos, divididos em 15 itens, agrupados em 7 categorias, dentre elas: estado mental, potenciais barreiras a mobilidade, força funcional, mobilidade no leito, transferências, dispositivos de auxílio para deambulação e medidas de resistência. Quanto menor a pontuação maior necessidade de assistência e quanto maior a pontuação menor necessidade de assistência (KAWAGUCHI *et al.*, 2016).

A IMS é uma escala categórica de 11 itens que classifica o nível de mobilidade dos pacientes internados na UTI, com pontuação que varia entre 0 e 10, onde zero expressão baixa mobilidade, paciente realiza somente exercícios passivos e 10 alta mobilidade, capaz de caminhar independentemente sem auxílio. Tanto a escala PERME como a IMS foram traduzidas e validadas para uso no Brasil (HODGSON *et al.*, 2014; KAWAGUCHI *et al.*, 2016).

2.2 Barreiras para implementação da Mobilização Precoce

Com a sobrevivência de pacientes com doenças críticas, o foco mudou para incluir a prevenção de sequelas de doenças graves, incluindo a fraqueza muscular. A mobilização precoce (MP) de pacientes internados em UTI tem sido apontada como uma estratégia para reduzir os efeitos da fraqueza muscular e melhorar a recuperação funcional associados à doença crítica. Vários estudos demonstraram que a mobilização precoce é segura, viável e benéfica na

população da UTI (ANEKWE *et al.*, 2020; CLARISSA *et al.*, 2019; CONCEICÃO *et al.* 2017; FERRE *et al.*, 2021; LUNA, PERME, GASTALDI, 2021).

Os fisioterapeutas desempenham um papel fundamental na prevenção e tratamento da fraqueza muscular adquirida dentro da UTI, através da mobilização precoce (HODGSON *et al.*, 2016). O termo “mobilização” incorpora qualquer atividade física com intensidade suficiente para produzir benefícios fisiológicos, como circulação aumentada, melhora na ventilação, metabolismo muscular e estado de alerta (PATON, 2018).

Evidências mostraram que a mobilização deve ser iniciada logo após a estabilização dos parâmetros clínicos, mesmo com o paciente em coma ou sob sedação (CONCEICAO *et al.*, 2017; HODGSON *et al.*, 2014). Com benefícios comprovados na melhora da força muscular, reduções da incidência de delirium, redução do tempo para desmame da ventilação mecânica, redução do tempo nas UTI's, melhora da função cardiorrespiratória, na recuperação e aumento da independência funcional e do bem-estar. Logo, confirmou-se sua viabilidade e eficácia em pacientes gravemente internados, sugerindo que ela pode ser incorporada como rotina diária (DUBB *et al.*, 2016; FONTELA; FORGIARINI; FRIEDMAN, 2018; FRANÇA *et al.*, 2012; HASHEM; NELLIOT; NEEDHAM, 2016).

Apesar da segurança e viabilidade da mobilização precoce, a maioria dos pacientes em UTI permanece imobilizado por longos períodos de tempo (HODGSON *et al.*, 2014; TIPPING *et al.*, 2017).

Por representar um desafio para a prática clínica, vários estudos relataram barreiras, algumas modificáveis, outras não modificáveis à mobilização precoce. A compreensão dessas barreiras e desenvolvimento de estratégias para superá-las torna-se fundamental para modificar concepções e implementar a mobilidade precoce como rotina (FERRE *et al.*, 2021; LUNA, PERME, GASTALDI, 2021).

As barreiras foram organizadas em quatro categorias: relacionadas ao paciente, incluindo sintomas e condições do paciente; estruturais, incluindo recursos humanos e técnicos; relacionadas à cultura da UTI, incluindo hábitos, atitudes e contextos institucionais; e ao

processo, incluindo como os serviços são prestados e o funcionamento clínico. O Quadro 1 abrange as quatro barreiras com suas respectivas descrições (ALAPARTHI GK *et al.*, 2020; DUBB *et al.*, 2016; FERRE *et al.*, 2021; FILHO; NOGUEIRA; FONTOURA, 2019).

Quadro 1. Barreiras para a mobilização precoce

BARREIRAS	DESCRIÇÃO
Relacionadas aos pacientes	<p>Aspectos Físicos Gravidade da Doença, Instabilidade Hemodinâmica, Arritmia, Insuficiência Respiratória, Assincronia em Ventilação Mecânica, Dor, Estado nutricional ruim, Obesidade</p> <p>Limitações neuropsicológicas Nível de sedação, Paralisia, Delirium, Agitação, Ansiedade, Fadiga, Sonolência, Cuidados Paliativos</p> <p>Dispositivos e Equipamentos Monitor, Acesso Central, Sonda Vesical, Sonda Nasoenteral</p>
Estruturais	<p>Limitações no tempo e quantidade de pessoas na equipe Falta do protocolo de mobilização precoce (incluindo critérios de elegibilidade inadequados) Carência de equipamentos</p>
Culturais	<p>Ausência de uma cultura voltada à mobilização Desconhecimento da equipe, do paciente e da família sobre os riscos/benefícios da mobilização precoce Não priorizar o protocolo de mobilização precoce</p>
Processuais	<p>Falha no planejamento e coordenação Expectativas, regras e responsabilidades sem clareza nas determinações Falta de triagem e acompanhamento dos pacientes submetidos ao protocolo Riscos laborais para a equipe envolvida na execução do protocolo de mobilização precoce</p>

Fonte: FILHO, J.B.; NOGUEIRA, I.C.; FONTOURA, F.F (2019, p.43-44).

As Barreiras relacionadas ao paciente (Figura 3), incluem os sintomas e a condição clínica dos diversos sistemas orgânicos, neurológico, cardiovascular e respiratório, como agitações, sedação extrema, intubação endotraqueal, instabilidades hemodinâmicas, além de outros itens, como fratura instável, cirurgias muito extensas, sangramento ativo, hemodiálise e

presença de dispositivos invasivos, tubos e drenos. (ALAPARTHI GK *et al.*, 2020; FERRE *et al.*, 2021; FILHO; NOGUEIRA; FONTOURA; 2019).

Figura 3 – Critérios para Mobilização Precoce com base nas barreiras relacionadas ao paciente.

MOBILIZAÇÃO INDICADA	MOBILIZAÇÃO INDICADA COM RESTRIÇÕES	MOBILIZAÇÃO CONTRA-INDICADA
Tubo orotraqueal Cânula endotraqueal Via aérea artificial bem fixa e posicionada $FiO_2 \leq 60\%$ $SpO_2 \geq 90\%$ $FR \leq 30\text{ipm}$ $PEEP \leq 10\text{ cmH}_2\text{O}$ Portador de Marca-passo (Estável) Taquicardia < 120bpm Dispositivo de Assistência Ventricular ECMO femoral ou subclávio Monitorização contínua do débito cardíaco RASS -1 a +1 Avaliação de Delirium (-) Hemodiálise Cateter femoral (venoso ou arterial)	$FiO_2 \geq 60\%$ $SpO_2 \leq 90\%$ $FR > 30\text{ipm}$ $PEEP > 10\text{ cmH}_2\text{O}$ Assincronias em ventilação mecânica Uso de óxido nítrico PAM baixa (em uso de drogas vasoativas em baixas ou moderadas doses) Balão Intraórtico Hipertensão Pulmonar Bradicardia (sem tratamento farmacológico) Portador de Marca-passo (Ritmo dependente) Taquicardia 120-150 bpm ECMO bicaval ou em vaso central Choque Cardiogênico com lactato > 4mmol/L TVP TEP Estenose aórtica (suspeita ou diagnosticada) RASS -2 ou +2 Avaliação de Delirium (+) Fraturas instáveis Cirurgia de grande porte (Torácica/Abdominal) Febre/Hipotermia	$SpO_2 < 90\%$ Posição Prona Uso de anti-hipertensivo intravenoso em emergência hipertensiva PAM baixa (em uso de drogas vasoativas em altas doses) Bradicardia (sob tratamento farmacológico) Portador de Marca-passo (Ritmo dependente) Taquicardia > 150bpm Infarto Agudo do Miocárdio RASS > +2 Instabilidade da PIC Sangramento Ativo Tonturas ou síncope não controladas

Fonte: Adaptada de Hodgson *et al.*, (2014, p.4-7).

FiO_2 = fração inspirada de oxigênio; SpO_2 = saturação de pulso de oxigênio; FR = frequência respiratória; ipm = incursões por minuto; PEEP = pressão positiva expiratória final; cmH₂O = centímetros de H₂O; ECMO= oxigenação por membrana extracorpórea; FC= frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; RASS= Escala de Richmond de Agitação-Sedação; TVP trombose venosa profunda; TEP= tromboembolia pulmonar; PAM= pressão arterial média; PIC= pressão intracraniana.

As barreiras estruturais envolvem carência de profissionais e protocolos definidos para mobilização precoce, equipamentos limitados, treinamentos e tempos inadequados da equipe multidisciplinar e alta antes da mobilização precoce. As barreiras processuais mais comuns são a falta de coordenação e rastreamento ausente ou atrasado para identificar pacientes candidatos à mobilização. A falta de comunicação e trabalho multidisciplinar induz a diferentes

níveis de mobilização no paciente (ALAPARTHI GK *et al.*, 2020; DUBB *et al.*, 2016; FERRE *et al.*, 2021; FILHO; NOGUEIRA; FONTOURA; 2019).

Enquanto que as barreiras relacionadas a cultura da UTI levam-se em consideração a ausência de uma cultura organizacional que incentive a mobilização precoce, como também a ausência ou continuidade de protocolos e o desconhecimento da equipe, dos pacientes e familiares sobre os riscos e benefícios da MP, além do risco de lesão musculoesquelética na equipe (ALAPARTHI GK *et al.*, 2020; ANEKWE *et al.*, 2020; FERRE *et al.*, 2021).

A mobilização precoce não é vista como prioridade para algumas UTI's. No entanto a criação, a implementação de uma equipe treinada, dedicada à mobilização na UTI e com o conhecimento das evidências científicas aliado a utilização de protocolos adequados, são alternativas para aumentar e a priorizar a mobilização precoce como rotina diária (ALAPARTHI GK *et al.*, 2020; ANEKWE *et al.*, 2020; FERRE *et al.*, 2021; FONTELA; FORGIARINI; FRIEDMAN, 2018).

As estratégias terapêuticas mais comuns consistem em exercícios com amplitude de movimento passiva e ativa, tanto no leito quanto fora dele, estimulação elétrica muscular, cicloergometria, sentar à beira do leito, transferência da cama para a cadeira, sedestação na cadeira e deambulação, em pacientes com ou sem ventilação mecânica (CASTRO-AVILA, 2019; PATON, 2018; LUNA, PERME, GASTALDI, 2021). A aplicação geralmente pode ser iniciada dentro de 24 a 48 horas após a admissão na UTI desde que sejam considerados os aspectos relacionados a estabilidade e critérios de segurança (HODGSON *et al.*, 2014; LUNA, PERME, GASTALDI, 2021).

Com a evolução tecnológica, científica e a interação multidisciplinar tem contribuído para o aumento das taxas de sobrevivência dos pacientes criticamente enfermos. Nesse paradigma, a mobilização precoce em pacientes sob ventilação mecânica na UTI é um assunto de crescente interesse. O conhecimento sobre os critérios baseados em parâmetros fisiológicos é primordial para indicar com segurança quando se deve iniciar, interromper e progredir a mobilização precoce (GOSELINK *et al.*, 2008; HODGSON *et al.*, 2014; LUNA, PERME, GASTALDI, 2021).

Nos últimos anos tem se aumentado o desenvolvimento e avaliação de aplicativos em áreas específicas para melhorar os cuidados em saúde. Com a pandemia do coronavírus destacou-se a necessidade de agilidade no diagnóstico e tratamento para pacientes graves. Várias ferramentas tecnológicas podem contribuir na segurança e nos atendimentos desses pacientes com monitorizações mais precisas e aplicativos que otimizam o melhor tratamento nos pacientes críticos. (NEWMAN, *et al.*, 2020; ROCHA TA, *et al.*, 2016; ZARGARZADEH; EHTESHAMI; MOHAMMADI-SICHANI, 2018).

Baseando-se na alta complexidade dos pacientes internados em UTI a abordagem terapêutica no tocante da mobilização precoce necessita de individualização. A análise das condições cardiovasculares, respiratórias, neurológicas e clínicas são conduzidas à beira do leito e por vezes há barreiras estruturais e culturais para mobilização precoce limitando a implementação e sua execução (FONTELA; FORGIARINI; FRIEDMAN, 2018; BONET; WRIGHT, 2015).

A informatização dessas variáveis poderia agilizar a coleta de informações e facilitar o trabalho dos fisioterapeutas intensivistas, uma vez que a incorporação de tecnologias na saúde se encontra em expansão, possibilitando registro, processamento, recuperação de informações e apoio na tomada de decisão (MILLARD *et al.*, 2010; PEREIRA; KUBRUSLY; MARÇAL, 2017).

Dessa forma, o smartphone pode ser benéfico como ferramenta de trabalho. Nos sistemas operacionais Android® e iOS® há carência de aplicativos de reabilitação voltados para o paciente crítico. Acredita-se que um aplicativo móvel para auxiliar na avaliação funcional, indicação e progressão da mobilização precoce, baseado na clínica desses pacientes e em evidências científicas confiáveis, possa facilitar na tomada de decisão para iniciar a mobilização precoce, de forma mais fácil e segura.

3. OBJETIVO

Desenvolver um aplicativo móvel para auxiliar na mobilização precoce em pacientes críticos.

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico para a criação de um aplicativo móvel para auxiliar na tomada de decisão quanto a indicação e a implementação de um protocolo de mobilização precoce em pacientes críticos.

4.2 Desenvolvimento da aplicação móvel

A equipe de desenvolvimento do aplicativo foi composta por três Fisioterapeutas, todos com experiência e formação na área de Terapia Intensiva, e Membros da Associação Brasileira de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva (ASSOBRAFIR) e um profissional da área da computação.

Levando em consideração a equipe multidisciplinar no projeto e com o objetivo de produzir um programa mais próximo das necessidades dos usuários finais, a construção desse aplicativo seguiu a metodologia de Co-Design em uma versão adaptada, com cinco fases: (1) Escopo – análise sobre a visão geral dos objetivos com profissionais especialistas em UTI destacando a mobilização precoce no paciente crítico; (2) Compreensão compartilhada – troca de experiências entre as partes interessadas, com possíveis cenários para o programa, definindo especificações tecnológicas e metodologias que possam servir de base para a implementação do aplicativo; (3) Brainstorming – esboço do aplicativo, com a apresentação das primeiras interfaces e atalhos acessíveis, considerando a tecnologia e metodologia identificadas na etapa anterior com sugestões entre as partes envolvidas; (4) Refinamento – aplicativo com aparência final, a equipe do projeto conclui a modelagem do conteúdo a ser acessada e os recursos necessários; e (5) Implementação – desenvolvimento iterativo do aplicativo com incrementos, ajustes necessários e reavaliações pela equipe de programação (MILLARD *et al.*, 2010; PEREIRA; KUBRUSLY; MARÇAL, 2017).

O aplicativo foi criado utilizando o *React Native*, um *framework*, conjunto de códigos preparados para auxiliar no desenvolvimento de uma determinada aplicação de *software*, baseado no *React*. *React* que também é um *framework* da linguagem de programação *Javascript*, desenvolvido pela equipe do Facebook para criação de interfaces de usuário para páginas web. O *React Native* possibilita o desenvolvimento de aplicações mobile, tanto para

Android® como para iOS® utilizando a linguagem de programação *Javascript*. A sua estrutura segue um modelo similar ao modelo de criações de páginas web, utilizando os mesmos padrões de projeto, para esta finalidade o *React Native* disponibiliza uma série de ferramentas para a criação de uma estrutura que facilita a compreensão do usuário na sua interação com o aplicativo, dispondo também a flexibilidade de gerar para duas plataformas diferentes sem a necessidade de criar uma nova aplicação.

No armazenamento de dados do aplicativo utilizou-se o *Firebase*, uma ferramenta de banco de dados desenvolvida pela empresa *Google*, atua como um banco de dados comum, armazenando os dados que forem solicitados pelo desenvolvedor e usuário com várias ferramentas de segurança, dispondo também de integração com outras plataformas *Google*. O aplicativo foi desenvolvido para o sistema operacional Android®.

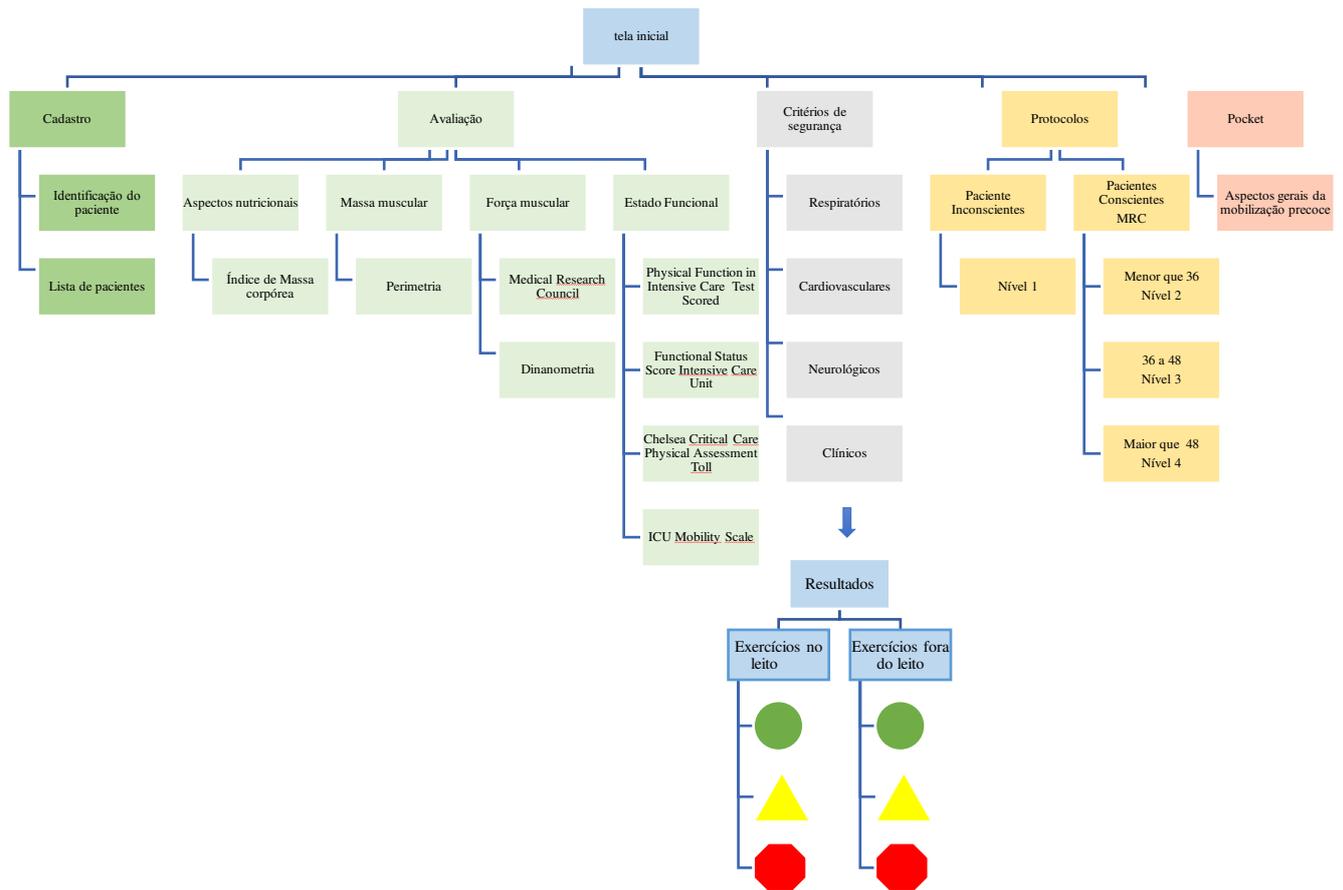
4.3 Pesquisa de mercado

Durante o desenvolvimento do aplicativo foi realizado uma pesquisa de mercado nos três idiomas, português, inglês e espanhol, para softwares capazes de auxiliar na tomada de decisão para mobilização precoce em UTI. Tanto na *Play Store* como na *App Store*. Dois tiveram destaques. O app “Uti Aux” não é voltado para auxiliar na tomada de decisão para a mobilização precoce, mas tem a avaliação funcional do paciente. Um outro aplicativo “Fit 4 surgery” oferece reabilitação em casa antes e depois da ressecção pulmonar eletiva, consta de diversos exercícios diários. Desta forma, verifica-se uma carência de aplicativos relacionados à mobilização precoce.

4.4 Resumo do desenvolvimento do algoritmo do aplicativo

O aplicativo poderá auxiliar na realização da avaliação funcional por meio de testes e instrumentos, com o objetivo de fornecer informações em relação às incapacidades e limitações apresentadas na realização de atividades, na mobilidade e na função física propriamente dita (Figura 5).

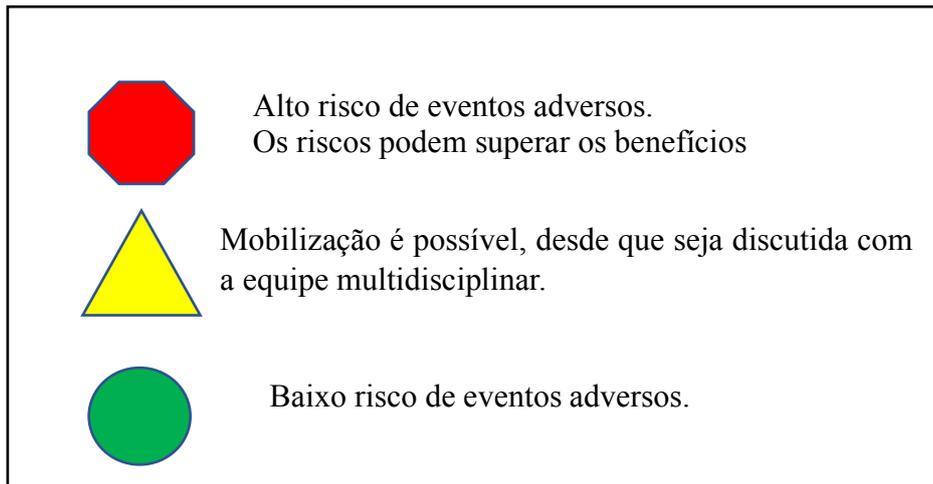
Figura 5- Fluxograma de desenvolvimento do software



Fonte: Elaborado pelo autor.

O algoritmo para o desenvolvimento do software se baseou no estudo de Hodgson e colaboradores (2014), que desenvolveram por meio de um consenso de especialistas, um guia prático para identificar os critérios de segurança (risco/benefício) que devem ser considerados antes de mobilizar o paciente crítico. Esse consenso utilizou um sistema de cores similar a um semáforo para auxiliar os profissionais na decisão de mobilizar ou não o doente crítico. A cor verde significa baixo risco de eventos adversos; o amarelo identifica que a mobilização é possível, desde que seja discutida com a equipe multidisciplinar e que esta aprove a realização da mobilização e o vermelho indica alto risco de eventos adversos para mobilização precoce, evidenciando assim que os riscos podem superar os benefícios (Figura 6). O paciente só poderá ser mobilizado após decisão de comum acordo da equipe multiprofissional, com todos cientes dos riscos pelo gerenciamento do paciente na UTI (HODGSON *et al.*, 2014).

Figura 6- Sistema de cores para auxiliar os profissionais de saúde na decisão de mobilizar ou não o doente crítico



Fonte: Figura adaptada de Hodgson, *et al.*, (2014, p.3).

O algoritmo para a progressão do protocolo de MP baseou-se no MRC. Consiste em quatro níveis, conforme o estado de alerta e a cooperação do paciente. O resultado dessa escala permite que o profissional a utilize como guia, determinando o nível mais adequado para o paciente.

O nível 1 tem como principal objetivo iniciar a mobilização nos pacientes inconscientes. Na qual é possível realizar mobilização passiva nas articulações dos membros superiores (MMSS), dedos (flexão/extensão), punho (flexão/extensão, desvios radial e ulnar), cotovelo (flexão/extensão, supinação e pronação) e ombro (flexão/extensão, abdução/adução) bem como nos membros inferiores (MMII), artelhos (flexão/extensão), tornozelo (flexão/extensão, inversão e eversão), joelho (flexão/extensão), quadril (flexão/extensão, abdução/adução, rotações interna e externa). Deve-se realizar no mínimo cinco repetições em cada articulação e pelo menos duas vezes ao dia, com o objetivo de manter a amplitude do movimento articular, minimizar ou prevenir retrações musculares.

No momento em que o paciente for capaz de responder a 3 dos 5 comandos (abra/feche os olhos, olhe para mim, abra a boca e coloque a língua para fora, acene com a cabeça e levante sua sobrancelha após eu contar até cinco), ele será considerado em estado de alerta, estando apto para progredir ao nível 2. Nessa fase, além dos exercícios realizados no nível 1, acrescenta-se exercícios ativos assistidos, livres e resistidos, conforme a força muscular medida pelo MRC, podendo também estimular a manutenção da posição sentada durante 20 minutos, duas vezes ao dia (BAILEY, 2007).

A progressão para o nível 3 ocorrerá no momento em que o paciente obtiver grau de força muscular nos MMSS acima de 3, conforme Oxford, capaz de movê-los contra gravidade. Nessa fase, poderão ser realizados os exercícios descritos nos níveis anteriores, acrescentando-se a sedestação à beira do leito sem apoio no tronco, bem como podendo iniciar a cicloergometria para MMII por pelo menos 3 minutos.

A progressão para o nível 4 ocorrerá quando o paciente for capaz de realizar os exercícios dos membros inferiores contra-gravidade. Nessa fase, acrescenta-se transferência ativas do leito para poltrona ou cadeira, por no mínimo 20 minutos/dia, além de treinos de marcha e equilíbrio.

4.5 Aspectos éticos

Por ser um trabalho que envolve desenvolvimento de software, exclusivamente in silico, não foi necessário parecer de um comitê de ética em pesquisa em seres humanos.

5. RESULTADOS

Segundo Mallmann (2016) a logomarca é a representação gráfica ou simbólica de uma marca que se relaciona com o produto. Dessa forma, o aplicativo para auxiliar na tomada de decisão para mobilização precoce foi intitulado de Xmobilization, junção da letra “X” enfatizando o termo “mobilization” cuja tradução do inglês significa mobilização.

A Figura 7 refere-se a tela inicial do aplicativo com o nome e a logomarca.

Figura 7- Tela inicialização com o nome e a logomarca do aplicativo.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

A Figura 8 representa o menu com 4 domínios: cadastro de pacientes, critérios de segurança, protocolos e pocket.

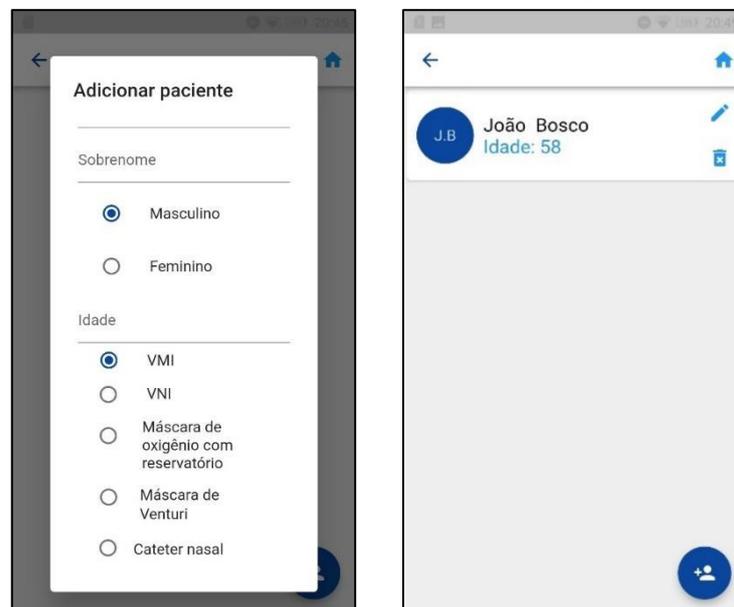
Figura 8 – Tela inicial com as funcionalidades do aplicativo



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 9 representa a tela cadastro que contém informações referentes ao paciente, como: nome, sexo, idade, data de nascimento, data de internação, diagnóstico e nível de suporte ventilatório e se faz a utilização de ventilação não invasiva (VNI), ventilação mecânica invasiva (VMI) ou uso de oxigenoterapia. Os dados cadastrais ficam armazenados após seu preenchimento no próprio aplicativo levando em consideração a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais.

Figura 9 – Telas cadastro do aplicativo



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 10 refere-se as telas de avaliação no paciente crítico. Esse processo possibilita analisar os aspectos nutricionais, massa e força muscular como também o estado funcional. As informações ficam armazenadas em um banco de dados no próprio software.

Figura 10 – Tela com os menus de avaliação no paciente crítico



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 11 refere-se ao tópico aspectos nutricionais. Nessa tela é preenchida o peso e a altura e ao “clicar” em “calcular IMC” aparecerá o resultado do IMC com sua descrição conforme dados da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Figura 11 – Tela de avaliação com o tópico aspectos nutricionais

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for BMI calculation. Both screens are titled "Cálculo do IMC".

The left screenshot shows the calculation process. It has two input fields: the first contains the value "82" and the second contains "1.7". Below these fields is a box displaying the result: "Classificação OMS: 28.4 Sobrepeso". At the bottom, there are four buttons: "Apagar", "Calcular IMC" (highlighted in blue), and "Prosseguir".

The right screenshot shows the initial state of the screen. The input fields are empty. Above the second field is the text "Informe a altura em m (Ex: 1.80)". A central box contains the message: "Sem coeficiente, informe os valores de altura e peso". The buttons at the bottom are "Apagar", "Calcular IMC" (highlighted in blue), and "Prosseguir".

Fonte: Elaborada pelo autor.

Clicando em “Prosseguir” o aplicativo é direcionado para a avaliação da perimetria. No tópico “Massa Muscular” duas informações são preenchidas: “circunferência de braço e adequação da circunferência do braço” (Figura 12).

Figura 12- Telas de avaliação de Massa Muscular e Perimetria

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for muscle mass and perimeter evaluation.

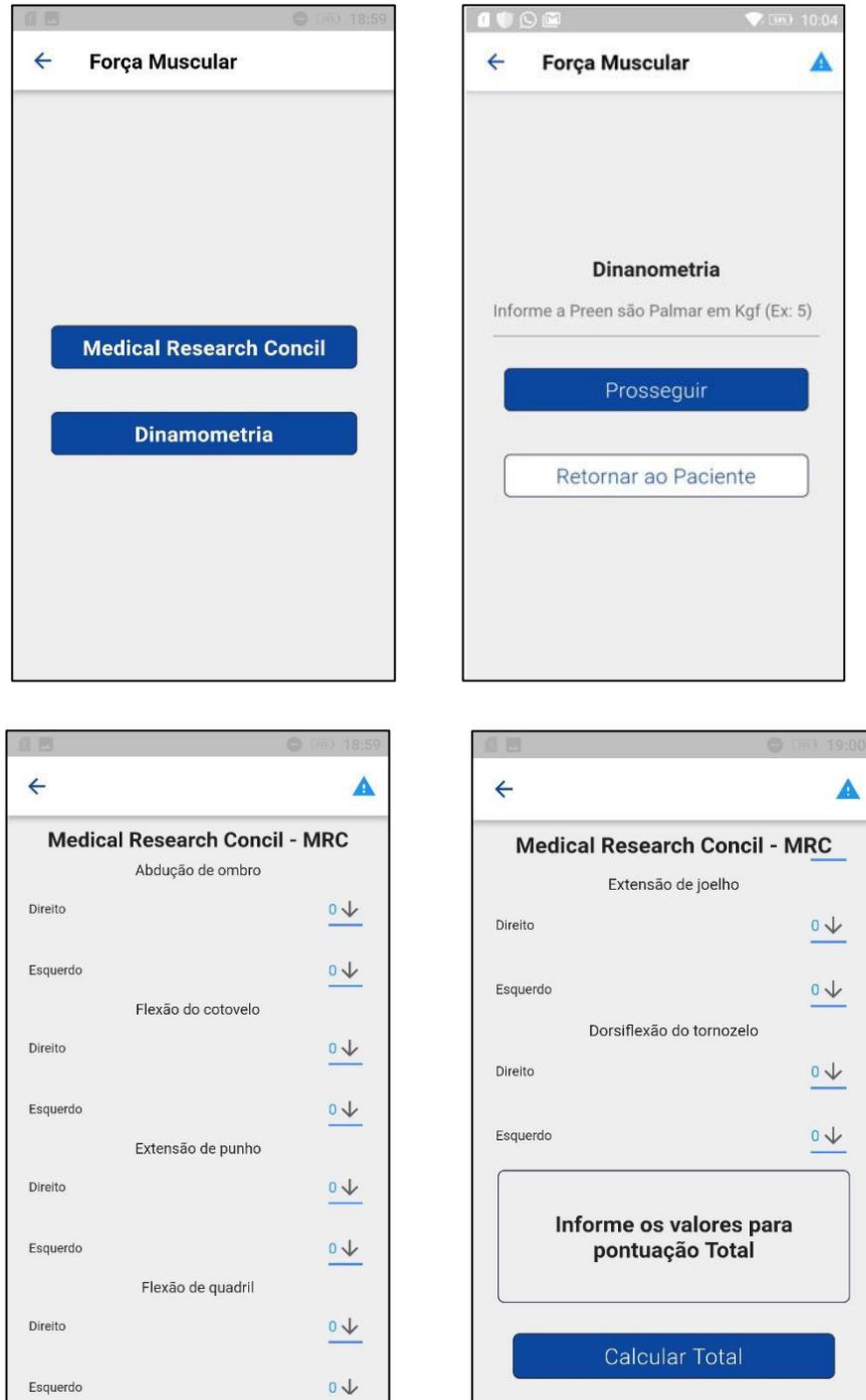
The left screenshot is titled "Massa Muscular". It features a large blue button labeled "Perimetria" centered on the screen.

The right screenshot is titled "Perimetria". It has two input fields: the first is labeled "Circunferência de braço em cm" and the second is "Adequação da circunferência do braço e...". Below these fields is a box with the message: "Sem coeficiente, informe os valores de CB". At the bottom, there are three buttons: "Calcular Perimetria" (highlighted in blue), "Prosseguir", and "Retornar ao Paciente".

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 13 representa a tela de “Força Muscular” com duas opções. Na “Dinamometria” informa-se o valor da prensão palmar e no MRC preenche-se a lacunas e ao clicar “em calcular total” aparecerá um resultado de zero a sessenta pontos.

Figura 13- Telas de avaliação da Força Muscular



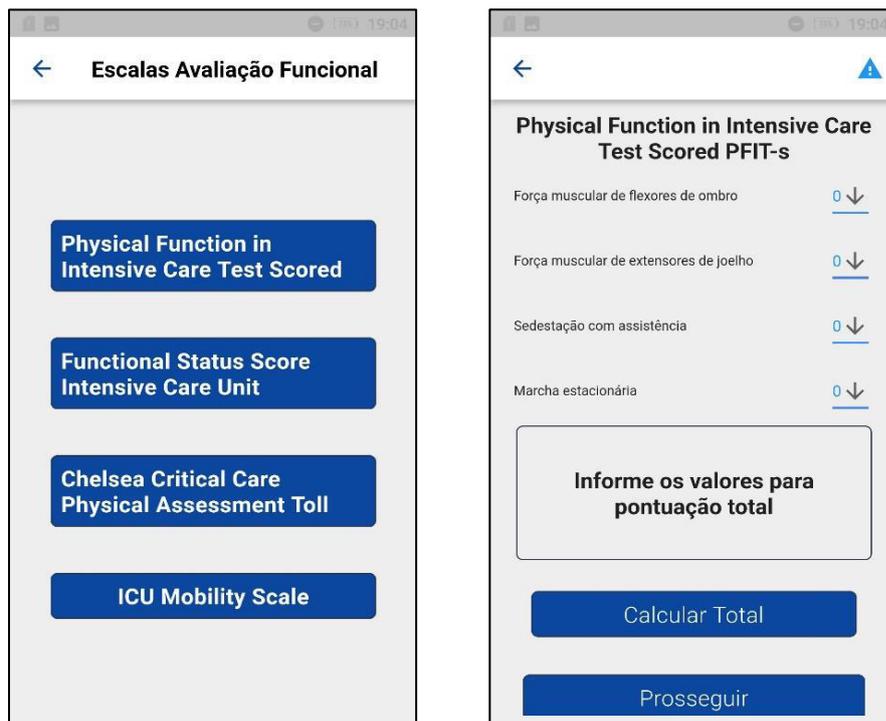
Fonte: Elaborada pelo autor.

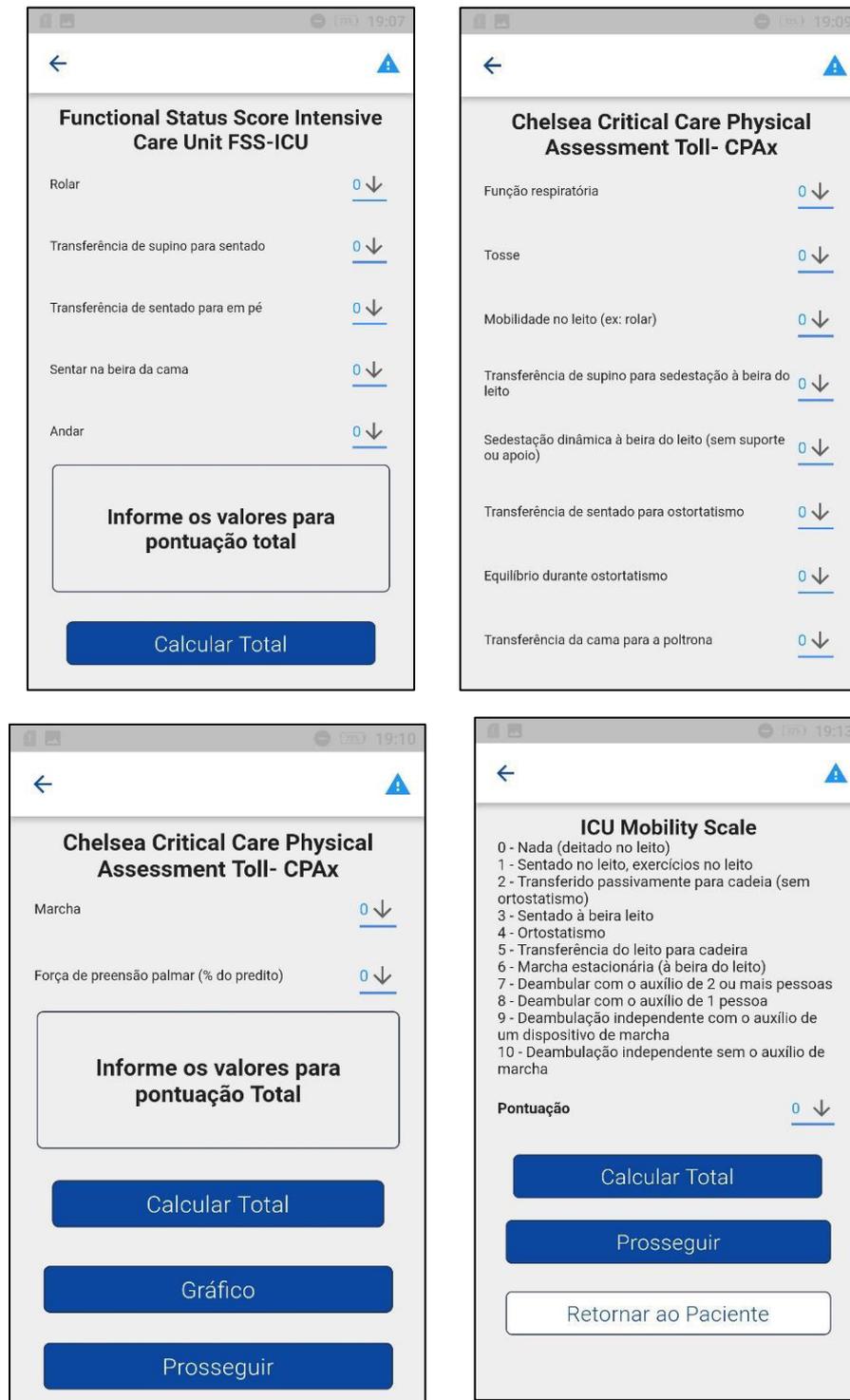
A Figura 14 representa a tela do aplicativo com quatro escalas para avaliação funcional. Nesse domínio se tem a opção de escolher uma ou mais escalas para avaliação. A escala. A PFIT-s envolve quatro componentes, assistência sentado para ficar de pé, cadência de marcha no local, flexor de ombro e força extensora de joelho, nos quais são preenchidos com uma pontuação de zero a dez. A pontuação total aparecerá após clicar em “Calcular Total”.

Na escala FSS-ICU preenche-se as cinco tarefas funcionais, rolamento, transferir-se da posição supina para sentada, transferir-se da posição sentada para em pé, sentar-se à beira do leito e caminhar, com escore de zero a sete. O resultado ocorrerá após clicar em “Calcular Total”.

Na CPAX preenche-se os 10 componentes em uma escala de 0 a 5 pontos. O resultado sairá após clicar em “Calcular Total”. Da mesma forma na escala IMS após o preenchimento dos onze itens com escore de zero a dez, o resultado aparecerá após clicar em “Calcular Total”.

Figura 14- Telas de Escalas de Avaliação Funcional

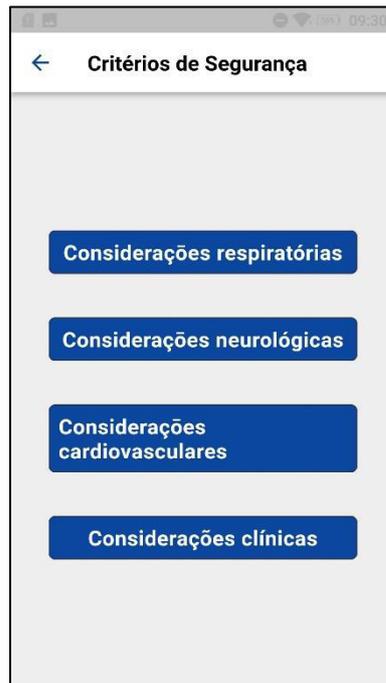




Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 15 ilustra a tela do aplicativo com os critérios de segurança em quatro ícones referentes as considerações respiratórias, cardiovasculares, neurológicas e clínicas. Cada ícone com um *check list* composto de itens a serem preenchidos.

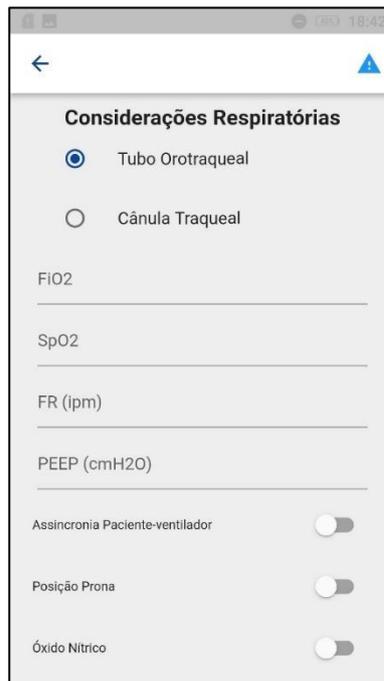
Figura 15- Telas dos critérios de segurança



Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 16 exibe um *check list* a ser preenchido sobre as considerações respiratórias.

Figura 16– Tela do aplicativo com as considerações respiratórias para mobilização precoce

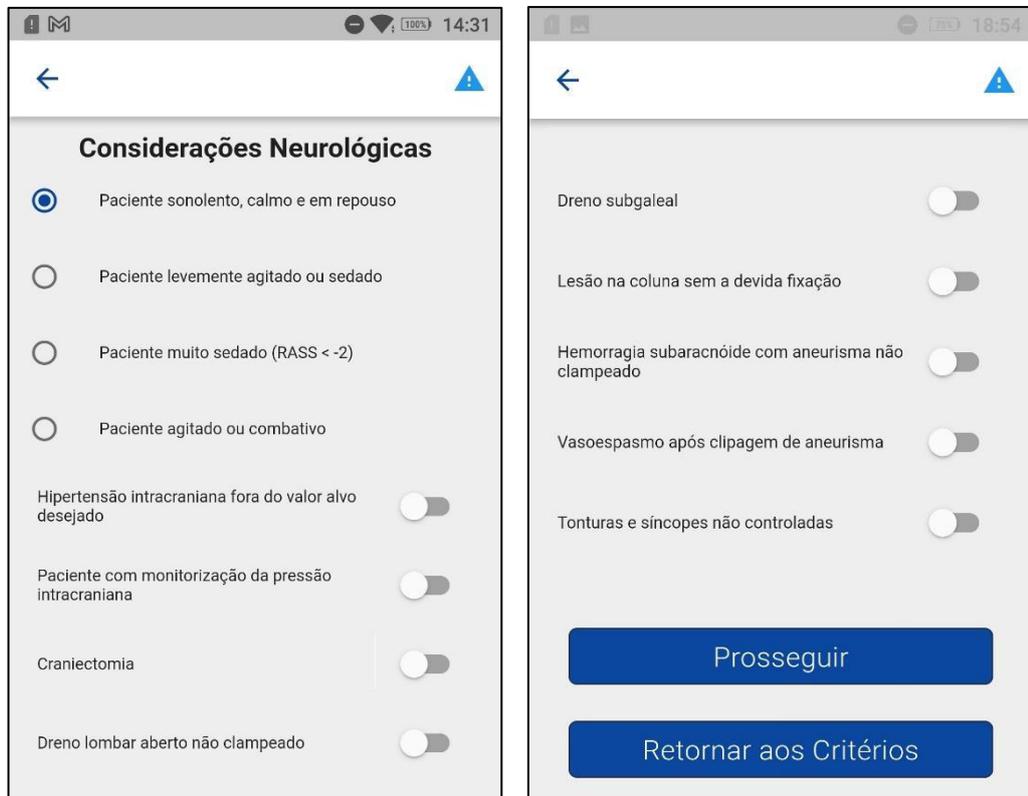


Fonte: Elaborada pelo autor.

FiO₂=fração inspirada de oxigênio; SatO₂=saturação de oxigênio; FR=frequência respiratória; ipm= incursões por minuto; PEEP= pressão positiva expiratória final; cmH₂O=centímetros de água.

A Figura 17 representa a tela do aplicativo com as considerações neurológicas para mobilização precoce.

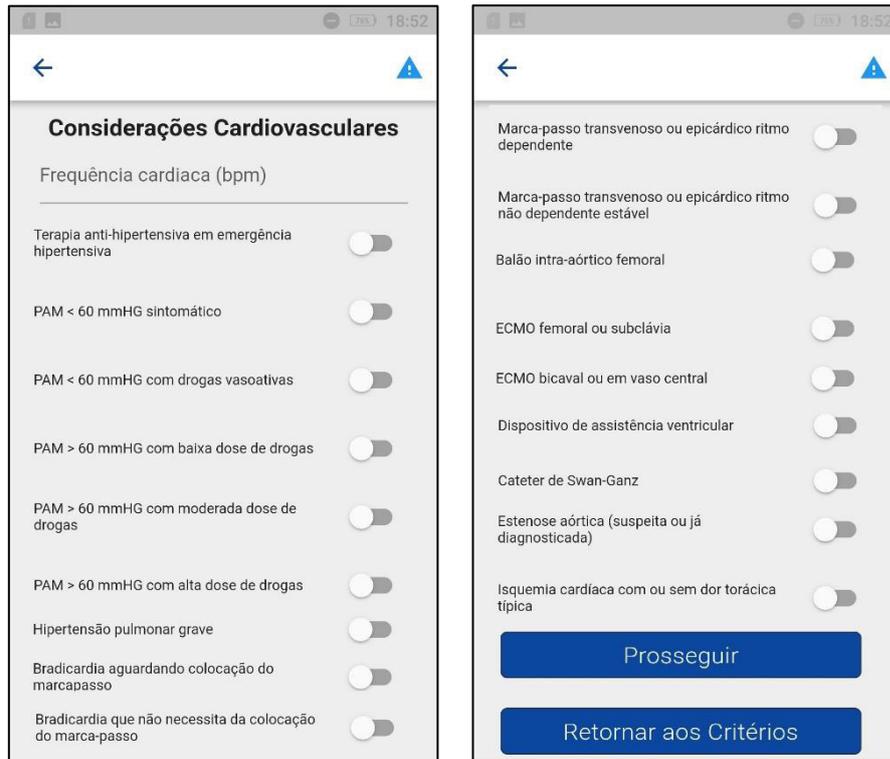
Figura 17– Tela do aplicativo com as considerações neurológicas para mobilização precoce.



Fonte: Elaborada pelo autor
RASS= Escala de Richmond de Agitação-Sedação

A Figura 18 refere-se a tela do aplicativo dos critérios cardiovasculares.

Figura 18- Tela do aplicativo com as considerações cardiovasculares para mobilização precoce.

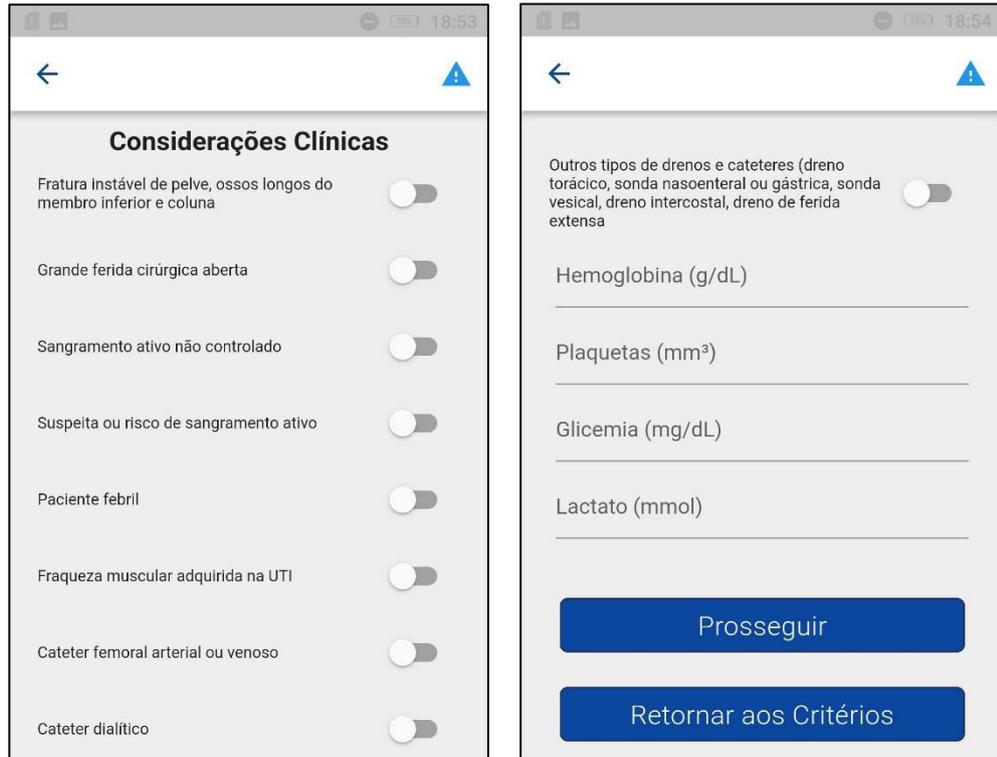


Fonte: Elaborado pelo autor.

FC= frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; PAM- pressão arterial média; mmHg= milímetros de mercúrio; ECMO= oxigenação por membrana extracorpórea.

A Figura 19 é referente a tela do aplicativo com os critérios clínicos.

Figura 19- Tela do aplicativo com as considerações clínicas para mobilização precoce.

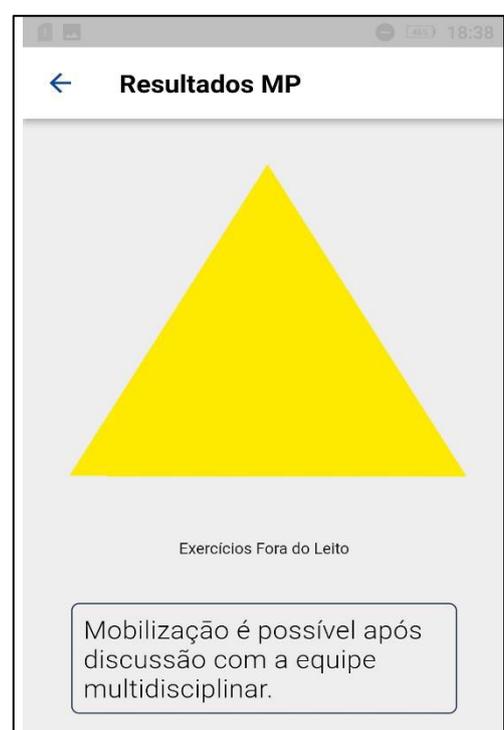
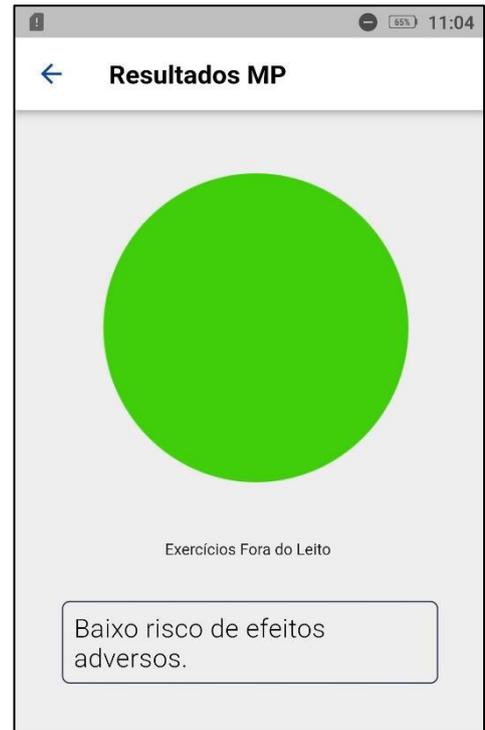
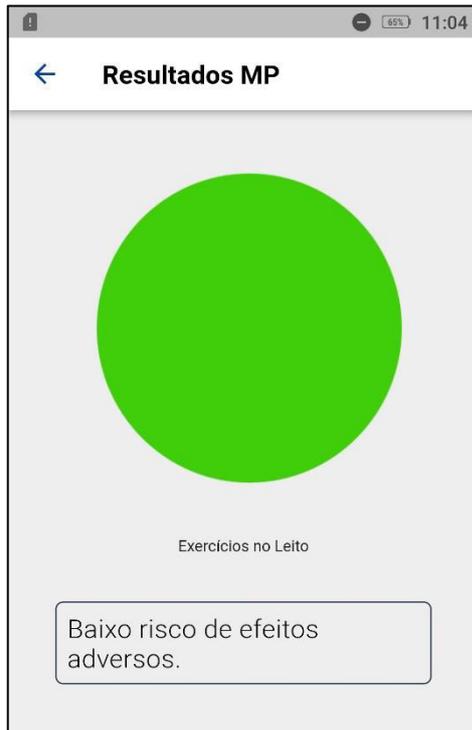


Fonte: Elaborado pelo autor.

g/dL=gramas por decilitros; mm³= milímetros cúbicos; mg/dL= miligramas por decilitros; mmol= milimol.

A Figura 20 representa exemplos de resultados para MP no leito e fora dele após o preenchimento das considerações respiratórias, cardiovasculares, neurológicas e clínicas.

Figura 20 – Telas do aplicativo com exemplos de resultados para mobilização precoce



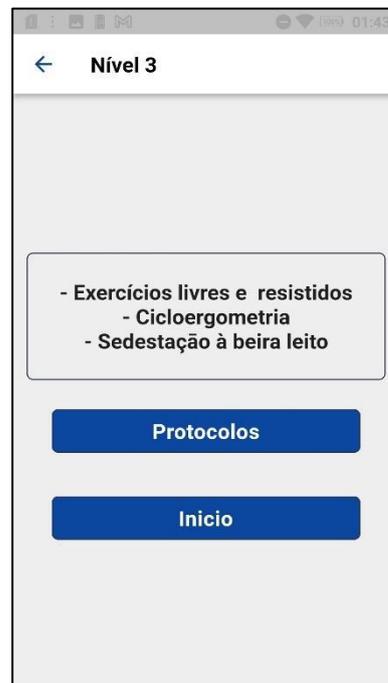
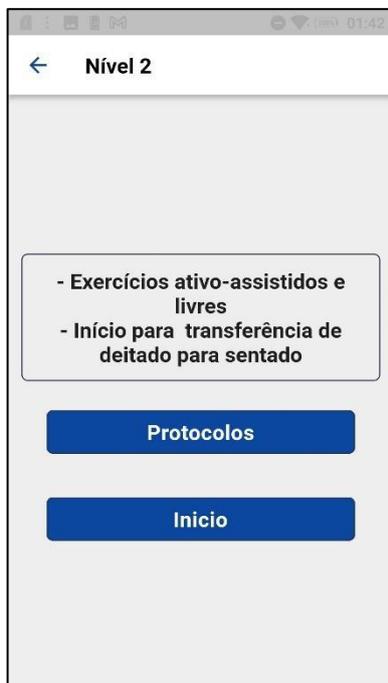
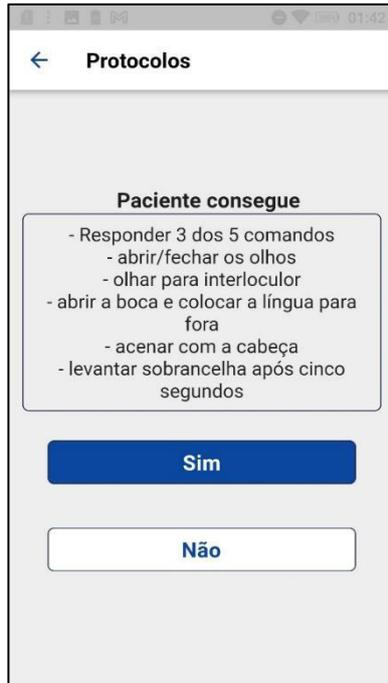


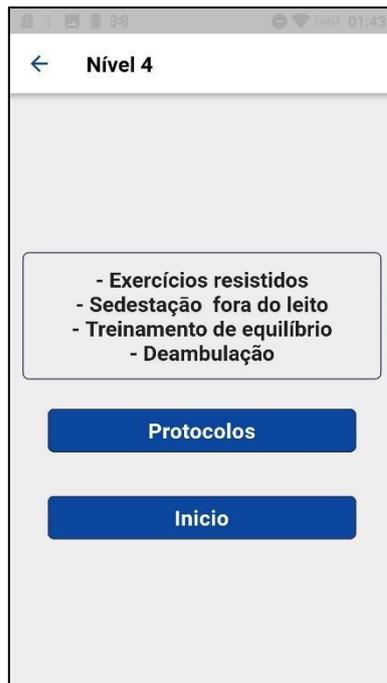
Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 21 representa sugestões de protocolos para MP. O aplicativo oferece sugestões de tratamento baseado nos quatro níveis de progressão, de acordo com os valores obtidos no MRC e quanto ao nível de consciência. Considerou-se “Nível 1” pacientes inconscientes e que não capazes de obedecer a comandos verbais. Nos pacientes conscientes levou-se em consideração o MRC, pontuação menor que 36 estabeleceu-se no “Nível 2”, maior que 36 e menor que 48 “Nível 3” e maior que 48 “Nível 4.

Figura 21- Telas do aplicativo com os protocolos para mobilização precoce



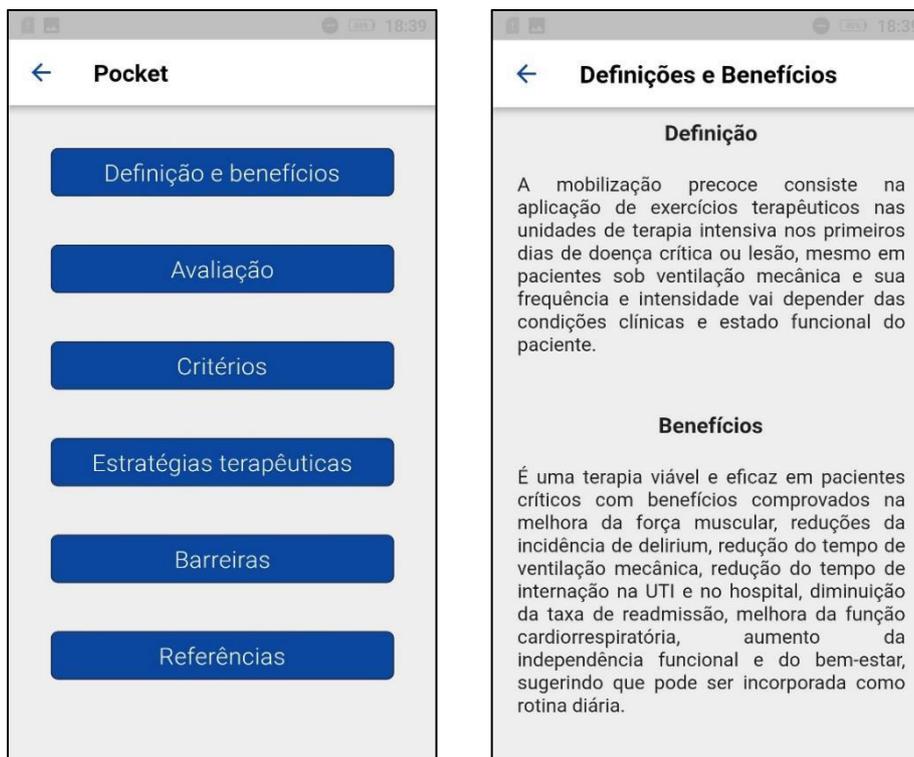


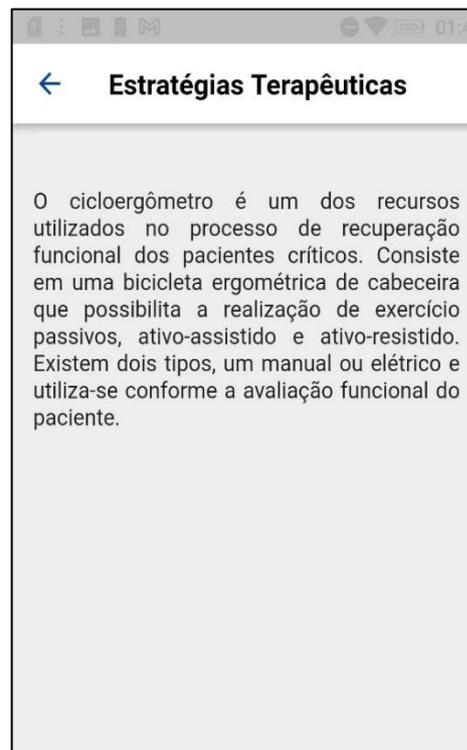
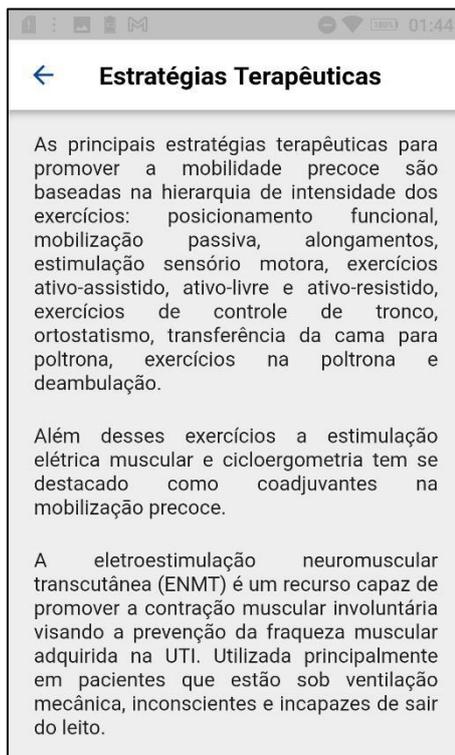
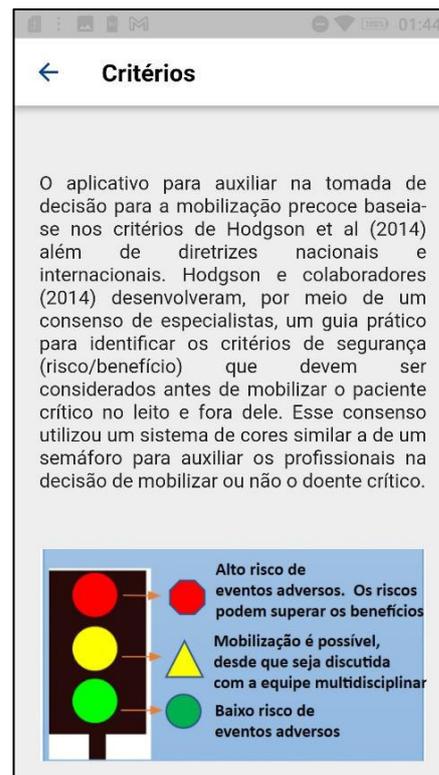
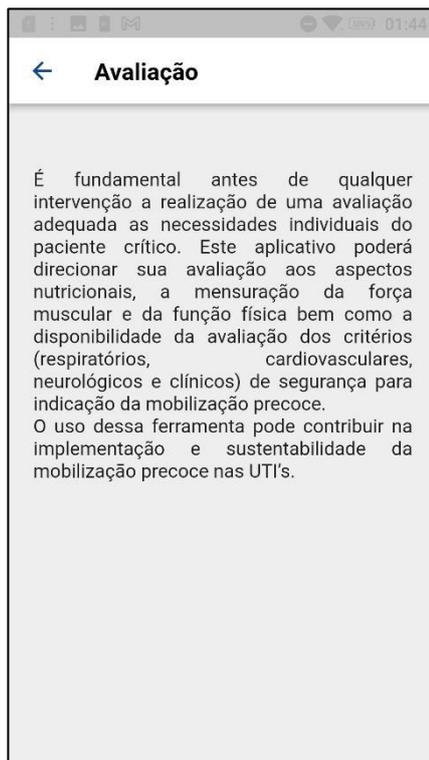


Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 22 exibe o menu pocket que contém informações relevantes sobre MP como definição, benefícios, barreiras, avaliação, estratégias terapêuticas, critérios e referências.

Figura 22 – Telas do menu pocket do aplicativo





← **Barreiras**

Por representar um desafio para a prática clínica, vários estudos relataram barreiras relacionadas a mobilização precoce, sendo, algumas modificáveis e outras não. A compreensão dessas barreiras torna-se útil para modificar concepções e implementar a mobilidade precoce como rotina.

BARREIRAS	DESCRIÇÃO
Relacionadas aos pacientes	<p>Aspectos Físicos Gravidade da doença, instabilidade hemodinâmica, arritmia, insuficiência respiratória, assincronia em ventilação mecânica, dor, sarcopenia e obesidade</p> <p>Limitações neuropsicológicas Nível de sedação, paralisia, delirium, agitação, ansiedade, fadiga, sonolência, cuidados paliativos</p> <p>Dispositivos e Equipamentos Monitor, acesso central, sonda vesical, sonda nasoenteral</p>
Estruturais	<p>Limitações no tempo e quantidade de pessoas na equipe</p> <p>Falta do protocolo de mobilização precoce (incluindo critérios de elegibilidade inadequados)</p> <p>Carência de equipamentos</p>
Culturais	<p>Ausência de uma cultura voltada à mobilização</p> <p>Desconhecimento da equipe, do paciente e da família sobre os riscos/benefícios da mobilização precoce</p> <p>Não priorizar o protocolo de mobilização precoce</p>
Processuais	<p>Falha no planejamento e coordenação</p> <p>Expectativas, regras e responsabilidades sem clareza nas determinações</p> <p>Falta de triagem e acompanhamento dos pacientes submetidos ao protocolo</p> <p>Riscos laborais para a equipe envolvida na execução do protocolo de mobilização precoce</p>

Fonte: Elaborada pelo Autor.

6. DISCUSSÃO

O Xmobilization, foi desenvolvido com intuito de auxiliar na tomada de decisão quanto a indicação e a implementação do protocolo de mobilização precoce em pacientes críticos. Para tanto, fornece informações aos profissionais de saúde sobre avaliação funcional, critérios para mobilização precoce e sugestões de prescrição para MP de acordo com os níveis de progressão. Ele foi desenvolvido para ser aplicado em situações reais de assistência à MP na UTI, devido a isso, priorizou-se facilidade de seu uso como também clareza na transmissão de informações e simplicidade em seu manuseio.

Possui uma interface intuitiva, dividida em ícones com diferentes funcionalidades de fácil acesso, sua navegação é por meio de menus que organizam o conteúdo de forma didática. Algumas telas apresentam informações com recursos gráficos, figuras e tabelas, o que possibilita a compreensão de assuntos mais complexos em um curto período de tempo.

Conforme Mello e colaboradores (2018) as UTI's foram criadas com a finalidade de tratar o paciente grave, que necessita de observação e cuidados contínuos de equipe especializada. São nessas unidades que estão os pacientes com maior probabilidade de desenvolver infecções e agravamento das doenças aliados à necessidade de diversos procedimentos invasivos como VM, drenos, cateteres, sondas dentre outros. Foi um grande desafio no desenvolvimento do protótipo do aplicativo sintetizar o elevado número de informações a serem gerenciadas diariamente nesses ambientes, evitando perdas de dados valiosos para condução da MP no paciente crítico, de forma a torná-lo prático e exequível. O aplicativo foi desenvolvido levando em consideração o estudo de Franko e Tirrell (2012), no qual a funcionalidade, facilidade e abrangência do app serão fatores determinantes da integração bem sucedida de aplicativos na prática clínica.

A possibilidade de utilizá-lo à beira do leito é uma das características desse app, o que pode contribuir para sanar dúvidas em tempo real durante a avaliação do paciente, permitir aperfeiçoar a comunicação interprofissional e proporcionar agilidade na tomada de decisões assistenciais.

Considerando a importância da ferramenta de avaliação funcional que fornece informações para que os profissionais da área da saúde possam acompanhar e verificar a evolução durante o processo de reabilitação. Nela se encontram os pontos a serem enfatizados para a prescrição de exercícios. O uso de uma ferramenta de avaliação possibilita identificar os

pontos a serem enfatizados juntamente com a abordagem da equipe multidisciplinar, garantindo a sustentabilidade da mobilização em pacientes críticos (PHELAN *et al.*, 2018).

É relevante comentar que não há um consenso claro sobre a prescrição ideal de exercícios para os pacientes em UTI. Schujmann e colaboradores (2018) relataram que os exercícios na UTI devem ser realizados com intensidade, quantidade, duração e frequência ajustadas conforme o estado do paciente para otimizar os benefícios da atividade física.

Conforme Alaparthi *et al.*, (2020) os critérios de segurança para iniciar ou suspender a MP, associadas as considerações fisiológicas, para mobilização no leito e fora do leito, foram mencionados como prática segura. Hodgson *et al.*, (2021) demonstraram a segurança da mobilização na UTI com rara ocorrência de eventos graves. Em um outro estudo realizado por HODGSON *et al.*, (2014). constatou-se baixa frequência de eventos adversos associados à mobilização precoce de pacientes em UTI e a maioria deles não ameaçadores. Corroborar-se que a avaliação dos critérios de segurança é necessária para a segurança do paciente e para minimizar o risco de eventos adversos.

Logo, os critérios de segurança do app foi desenvolvido levando em consideração a universalidade do uso, não se aplica apenas para uma especialidade de UTI. Abordou-se como critérios de segurança, as considerações respiratórias, neurológicas, cardiovasculares, clínicas e laboratoriais. Os dados foram coletados a partir de diretrizes internacionais e nacionais para direcionar a tomada de decisão para MP na UTI (CONCEICÃO, *et al.*, 2017; DUBB *et al.*, 2016; HODGSON *et al.*, 2014).

Mesmo com um número crescente de comprovações indicando a segurança e viabilidade da MP, há barreiras para sua implementação. Anekwe *et al.*, (2020) através de um estudo qualitativo realizado com vários profissionais de saúde, fisioterapeutas, médicos e enfermeiros com objetivo de identificar as barreiras e facilitadores para MP, constatou-se como barreiras o conhecimento limitado dos benefícios, dos parâmetros de segurança e dos procedimentos para a MP. Dubb *et al.*, (2016) relataram que a educação multiprofissional, protocolos e avaliação da mobilidade são estratégias mais comuns para enfrentar as barreiras culturais. Essas barreiras podem ser demoradas e difíceis de superá-las, no entanto, esse aplicativo pode ser um facilitador para ultrapassá-las e contribuir para mudanças relacionadas à MP que são sustentadas por vários anos.

Segundo Rocha (2016) a evolução tecnológica introduz novas realidades, exigindo a constante inovação capaz de influenciar situações inéditas. Os profissionais de saúde devem

trabalhar em parceria com os desenvolvedores de aplicativos para contribuir na produção de métodos que melhorem a inclusão e aumentem a interação no uso de aplicativos os tornando úteis e práticos para a assistência (MUESSIG, *et al.*, 2013).

O uso de dispositivos móveis tornou-se realidade no cotidiano das universidades brasileiras. O conceito de aprendizagem móvel é amplamente abordado por pesquisadores na área educacional com o objetivo de modernizar, ampliar e enriquecer experiências pedagógicas. A educação digital é direcionada na interação e colaboração do aluno (FONSECA DE OLIVEIRA; ALENCAR, 2017). Com base nessas informações, acredita-se que esse aplicativo possibilita o desenvolvimento e o fortalecimento de ações na área de educação em saúde colaborando na disseminação das informações de maneira lúdica e aplicável na prática.

Segundo Siegler *et al.*, (2021) o desenvolvimento e o uso de aplicativos móveis de saúde estão aumentando rapidamente, com uma ampla variedade de funções. Contribuir positivamente para a saúde é uma grande vantagem dos aplicativos móveis de sucesso. O X-Mobilization tem o intuito de aperfeiçoar o Fisioterapeuta podendo contribuir na dinâmica das UTI's no tocante da avaliação funcional bem como na MP visando assim reduzir as complicações relacionadas ao imobilismo. Com essa pesquisa, espera-se despertar o interesse de mais profissionais de saúde a realizar novos aplicativos voltados à mobilização precoce aliando o uso da tecnologia à prática profissional.

7. LIMITAÇÕES

Esse estudo não avaliou a utilidade e usabilidade do aplicativo, contudo, será realizado em estudos futuros.

8. CONCLUSÃO

Foi desenvolvido um aplicativo para auxiliar na tomada de decisão quanto a indicação e a implementação de um protocolo para mobilização precoce em pacientes críticos internados em UTI's. Essa ferramenta possibilita direcionar Fisioterapeutas, docentes e discentes à reabilitação do paciente crítico o mais breve possível.

Posteriormente, será realizada a avaliação da usabilidade e utilidade bem como a validação dessa aplicação móvel, possibilitando os ajustes do protótipo para ofertar a versão final aos usuários.

REFERÊNCIAS

ALAPARTHI GK, *et al.*. Effectiveness, Safety, and Barriers to Early Mobilization in the Intensive Care Unit. **Crit Care Res Pract**, nov. 2020.

ANEKWE DE, *et al.*. Intensive care unit clinicians identify many barriers to, and facilitators of, early mobilisation: a qualitative study using the Theoretical Domains Framework. **J Physiother**, v.66, n.2, p. 120-127, apr. 2020.

APPLETON, R. T; KINSELLA, J; QUASIM, T. The incidence of intensive care unit-acquired weakness syndromes: A systematic review. **Journal of the Intensive Care Society**, v.16, n. 2, p. 126-136, may. 2015.

ANGELA K. M; LIPSHUTZ, M. A; GROPPER. Acquired Neuromuscular Weakness and Early Mobilization in the Intensive Care Unit. **Anesthesiology**, 2013; v.118, n.1, p.202-215, jan. 2013.

ALAPARTHI Gopala Krishna, *et al.*. Effectiveness, Safety, and Barriers to Early Mobilization in the Intensive Care Unit. **Critical care research and practice**, v. 2020, p.14, nov. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde -**DATASUS**. Informações de Saúde, Sistema de Informações sobre Mortalidade. Disponível em <https://auditasus.com.br/internacoes-sus/custo/custo-paciente-dia-sus/custo-paciente-dia-uti-e-nuti-sihsus-por-uf-no-mes>. Acessado em 30 de maio de 2021.

BROWER, R. G. Consequences of bed rest. **Crit Care Med**, v.37, n.10, p. S422-428, oct. 2009.

BAILEY P; THOMSEN G.E; SPUHLER V.J; BLAIR R; JEWKES J; BEZDJIAN L; VEALE K; RODRIQUEZ L; HOPKINS R. O. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. **Crit Care Med**, v.35, n.1, p. 139-145, jan. 2007.

BONET T. D. G; WRIGHT T. A. Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. **Journal of Organizational Behavior**, v. 36, n.1, p.3-15. Oct. 2015.

CONCEICAO, T. M; GONZÁLES A.I; FIGUEIREDO F. C. X. S; VIEIRA D.S.R; BÜNDCHEN D. C. Safety criteria to start early mobilization in intensive care units. Systematic review. **Rev. bras. ter. intensiva**, v.29, n.4, p. 509-519, abril. 2017.

CASTRO-AVILA A.C; SERÓN P; FAN E, *et al.* Effect of Early Rehabilitation during Intensive Care Unit Stay on Functional Status: Systematic Review and Meta-Analysis. **PLoS ONE**, v.10, n. 7, jul. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC4488896/>. Acesso em: 15 jun.2020.

CLARISSA, Catherine *et al.*. “Early mobilisation in mechanically ventilated patients: a systematic integrative review of definitions and activities. **Journal of intensive care**, v.7, n.3, jan.2019. Disponível em <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0355-z>. Acesso em 01 nov 2021.

COLLADO-BORRELL, Roberto *et al.*. Features and Functionalities of Smartphone Apps Related to COVID-19: Systematic Search in App Stores and Content Analysis. **Journal of medical Internet research**, v. 22, n.8, aug. 2020. Disponível em <https://www.jmir.org/2020/8/e20334/>. Acesso em 25 jul. 2021.

CORNER EJ, *et al.*. The Chelsea critical care physical assessment tool (CPAx): validation of an innovative new tool to measure physical morbidity in the general adult critical care population; an observational proof-of-concept pilot study. **Physiotherapy**, v. 99, n.1, p.33-41, mar. 2013.

DAFOE S; CHAPMAN M; EDWARDS S; STILLER K. Overcoming barriers to the mobilisation of patients in an intensive care unit. **Anaesthesia and Intensive Care**, v.43, n.6, p.719-727, nov. 2015.

DAPTARDAR AA. Quest of Knowledge and Perceived Barriers toward Early Mobilization of Critically Ill Patients in Intensive Care Unit: A Continuing Journey!. **Indian J Crit Care Med**, v.25, n.5, p.489-490, may. 2021.

DENEHY L, *et al.*. A Physical Function Test for Use in the Intensive Care Unit: Validity, Responsiveness, and Predictive Utility of the Physical Function ICU Test (Scored). **Physical Therapy**, v.93, n.12, p. 1636-1645, dec. 2013.

DIAZ BALLVE, Ladislao Pablo, *et al.*. Weakness acquired in the intensive care unit. Incidence, risk factors and their association with inspiratory weakness. Observational cohort study. Debilidad adquirida en la unidad de cuidados intensivos. Incidencia, factores de riesgo y su asociación con la debilidad inspiratoria. Estudio de cohorte observacional. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v.29, n.4, p.466-475, out-dez. 2017.

DUBB R, *et al.*. Barriers and strategies for early mobilization of patients in intensive care units. **Ann Am Thorac Soc**, v.13, n.5, p.724-730, may. 2016.

ERVIN JN, KAHN JM, COHEN TR, WEINGART LR. Teamwork in the intensive care unit. **Am Psychol**, v.73, n.4, p.468-477, may/jun. 2018.

FARIA, LM; BARBOSA SF; MARCOS L. Cross-cultural adaptation and validation of the Chelsea Critical Care Physical Assessment (CPAx) instrument for Portuguese. ASSOBRAFIR, v.9, n.1, p.37-52, out. 2018.

FERRE, M, *et al.*. Smart Health-Enhanced Early Mobilisation in Intensive Care Units. **Sensors (Basel)**, v.21, n.16, aug. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8399902/>. Acessado em: 30 nov. 2021.

FERREIRA, LL. Functional evaluation scales in intensive care: literature review. *Revista de Atenção à Saúde*, v.16, n.56, jul.2018.

FILHO, J.B.; NOGUEIRA, I.C.; FONTOURA, F.F. Barreiras e limitações para a mobilização precoce na UTI. In: SARMENTO, G.J.; CORDEIRO, A.L. **Fisioterapia Motora aplicada ao paciente crítico do diagnóstico à intervenção**. São Paulo: Manole, 2019. Cap.3, p.37-46.

FONSECA DE OLIVEIRA, A. R.; ALENCAR, M. S. de M. O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 15, n. 1, p. 234–245, 2017.

DOI: 10.20396/rdbci.v15i1.8648137. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8648137>. Acessado em: 30 nov. 2021.

FONTELA, P.C; FORGIARINI, L. A; FRIEDMAN, G. Clinical attitudes and perceived barriers to early mobilization of critically ill patients in adult intensive care units. **Rev Bras Ter Intensiva**, n.30, v.2, p.187-194, fev. 2018.

FRANÇA, E. *et al.*. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. **Rev Bras Ter Intensiva**, v.24, n.1, p.6-22, jan/mar. 2012.

FRANKO, OI; TIRRELL, TF. Smartphone app use among medical providers in ACGME training programs. **J Med Syst**, v.36, n.5, p. 3135-9, oct. 2012.

GOSSELINK R, *et al.*. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. **Intensive Care Med**, v.34, n.7, p.1188-99, jul. 2008.

HASHEM M.D; NELLIOT A; NEEDHAM D.M. Early mobilization and rehabilitation in the ICU: Moving back to the future. **Respiratory care**, v.61, n.7, p. 971-9, jul. 2016.

HEJAZI, N *et al.*. Nutritional Assessment in Critically Ill Patients. **Iranian journal of medical sciences**, v.41, n.3, p. 171-179, may. 2016.

HODGSON C.L, *et al.*. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. **Critical Care**, v.18, n.6, p.658, dec. 2014.

HODGSON, C.L; TIPPING C.J. Physiotherapy management of intensive care unit-acquired weakness. **Journal of Physiotherapy**, v.63, n. 1, p.4-10, jan. 2016.

HODGSON C.L, *et al.*. A binational multicenter pilot feasibility randomized controlled trial of early goal-directed mobilization in the ICU. **Critical care medicine**, v.44, n.6, p.1145-52, jun. 2016.

HODGSON C.L, *et al.*. Ten strategies to optimize early mobilization and rehabilitation in intensive care. **Crit Care**, v.25, n.1, sep. 2021. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8414658/>. Acessado em: 30 nov. 2021.

IWASHYNA, T. J; VIGLIANTI, E. M. Patient and Population-Level Approaches to Persistent Critical Illness and Prolonged Intensive Care Unit Stays. **Critical Care Clinics**, v.34, n.4, p.493-500, oct. 2018.

JOLLEY SE, BUNNELL AE, HOUGH CL. ICU-Acquired Weakness. **Chest**, v.150, n.5, p.1129-1140, nov. 2016.

KAWAGUCHI YM, NAWA RK, FIGUEIREDO TB, MARTINS L, PIRES-NETO RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score and ICU Mobility Scale: translation into Portuguese and cross-cultural adaptation for use in Brazil. **J Bras Pneumol**, v.42, n.6, p. 429-434, nov./dec. 2016.

KELMENSEN D, *et al.* What is the diagnostic accuracy of single nerve conduction studies and muscle ultrasound to identify critical illness polyneuropathy: a prospective cohort study. **Crit Care**, v.22, n.1, p.342, dec, 2018.

LUNA ECW, PERME C, GASTALDI AC. Relationship between potential barriers to early mobilization in adult patients during intensive care stay using the Perme ICU Mobility score. **Can J Respir Ther**, v.57, p. 148-153, nov. 2021.

MALLMANN, Querino. O valor e o poder das marcas: tendências mercadológicas. **PIDCC**, v.10, n.1, p.90-99, fev. 2016.

MARTINS, *et al.*, Perfil nutricional de pacientes internados em unidade de terapia intensiva. **Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria**, v.37, n.4, p.40-47, nov. 2017.

MILLARD D; HOWARD Y; GILBERT L; WILLS G. Co-design and co-deployment methodologies for innovative m-learning systems. **In Multiplatform e-learning systems and technologies: Mobile devices for ubiquitous ICT-based education**, p147-163, 2010.

MUESSIG, KE, *et al.*, Mobile phone applications for the care and prevention of HIV and other sexually transmitted diseases: a review. **J Med Internet Res**, v.15, n.1, jan. 2013.

NEWMAN Noah, *et al.*, A novel tool for patient data management in the ICU-Ensuring timely and accurate vital data exchange among ICU team members. **International journal of medical informatics**, v.144, dez. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/16549716.2017.1332259>. Acessado em: 15 de julho. 2021.

PARRY SM, DENEHY L, BEACH LJ, BERNEY S, Williamson HC, Granger CL. Functional outcomes in ICU – what should we be using? – an observational study. **Crit Care**, v.19, n.1, p.127, mar. 2015.

PARRY S, PUTHUCHEARY Z. The impact of extended bed rest on the musculoskeletal system in the critical care environment. **Extrem Physiol Med**, v.4, n. 16, oct, 2015.

PATON M; LANE R; HODGSON C.L. Early Mobilization in the Intensive Care Unit to Improve Long-Term Recovery. **Critical Care Clinics**, v.34, n.4, p.557-571, oct. 2018.

PEREIRA RVS; KUBRUSLY M; MARÇAL E. Development, Use and Evaluation of a Mobile Application for Medical Education: a Case Study in Anesthesiology. **RENOTE**, v.15, n.1, p.1-10, 2017.

PHELAN S, LIN F, MITCHELL M, CHABOYER W. Implementing early mobilisation in the intensive care unit: An integrative review. **Int J Nurs Stud**, v. 77, p. 91-105, jan, 2018.

PIVA S, FAGONI N, LATRONICO N. Intensive care unit-acquired weakness: unanswered questions and targets for future research. **F1000Res**, v.8, p.508, apr. 2019.

ROCHA A. M; MARTINEZ B; DA SILVA V.M; JUNIOR L. F. Early mobilization: Why, what for and how? **Medicina intensiva**, v.41, n.7, p.429-436. 2017.

ROCHA TA, *et al.*, Mobile health: new perspectives for healthcare provision. **Epidemiol Serv Saude**, v.25, n.1, p.159-170, jan-mar. 2016.

SAMOSAWALA NR, VAISHALI K, KALYANA BC. Measurement of muscle strength with handheld dynamometer in Intensive Care Unit. **Indian J Crit Care Med**, v. 20, n.1, p. 21-26, jan. 2016.

SCHUJMANN DS; LUNARDI AC; FU C. Progressive mobility program and technology to increase the level of physical activity and its benefits in respiratory, muscular system, and functionality of ICU patients: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 19, n.1, may. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC5946399/>. Acesso em: 30 jul. 2021

SCHMIDT D, *et al.*. Critical illness polyneuromyopathy in septic patients: Is it possible to diagnose it in a bedside clinical examination? **Arq Neuropsiquiatr**, v.77, n.1, p.33-38, jan. 2019.

SIEGLER, AJ *et al.*. Mobile app development in health research: pitfalls and solutions. **mHealth**, v.7, n.32, apr. 2021.

SILVA, LC; PAPPEN, DRHP. Anthropometric evaluation of injured patients in a unit of intensive therapy in Cascavel / PR. **FAG JOURNAL OF HEALTH**, v.1, n.2, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35984/fjh.v1i2.93>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SILVA VZMD *et al.*. Brazilian version of the Functional Status Score for the ICU: translation and cross-cultural adaptation. **Rev Bras Ter Intensiva**, v.29, n.1, p.34-38, jan/mar. 2017.

SILVA, VZMD *et al.*. Brazilian Versions of the Physical Function ICU Test-scored and de Morton Mobility Index: translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric properties. **J Bras Pneumol**, v.46, n.4, apr. 2020. Disponível em: <http://www.jornaldepneumologia.com.br/details/3334>. Acesso em: 01 julho. 2021.

SMITH B, MAGNANI JW. New technologies, new disparities: The intersection of electronic health and digital health literacy. **Int J Cardiol**, v. 292, n.1, p. 280-282, oct. 2019.

TEIXEIRA, C; KERN, M; ROSA, R.G. Quais desfechos devem ser avaliados nos pacientes graves? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.33, n.2, p.312-319, jul.2021.

TIPPING C.J; HARROLD M; HOLLAND A; ROMERO L; NISBET T; HODGSON C.L. The effects of active mobilisation and rehabilitation in ICU on mortality and function: a systematic review. **Intensive Care Med**, v.43, n.2, p.171–183, feb. 2017.

TOMÁS, M.T; FERNANDES, B. Força de prensão – Análise de concordância entre dois dinamômetros: JAMAR vs E-Link. **Saúde & Tecnologia**, p.39-43, maio. 2012.

VAN GASSEL R, BAGGERMAN M, VAN DE POLL M. Metabolic aspects of muscle wasting during critical illness. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.23, n.2, p.96-101, mar. 2020.

ZARGARZADEH P, EHTESHAMI A, MOHAMMADI-SICHANI M. A Contribution into Developing a Model for Prostate Cancer Self-Care Mobile Application. **Med Arch**, v.72, n.5, p.344-347, nov. 2018.

WANG, W, *et al.*. Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Review of Recent Progress With a Look Toward the Future. **Front Med**, v.7. nov. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/pmc/articles/PMC7719824/>. Acesso em: 14 may. 2021.

WICKLUND, Eric. AMIA: mHealth Tools are Vital to Bridge the 'Health IT Chasm'. **Mhealthintelligence**, 05 of april. 2017 Disponível em: <https://mhealthintelligence.com/news/amia-mhealth-tools-are-vital-to-bridge-the-health-it-chasm>. Acesso em 20 nov. 2021.