



Universidade do Estado do Pará - UEPA
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS
Programa de Pós-Graduação Doutorado Profissional em Ensino em
Saúde na Amazônia - PPGESA

Júlio Cesar da Rocha Alves



ENSINO TECNOLÓGICO EM FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO:
desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de inovação
tecnológica

Belém- PA
2026

Júlio Cesar da Rocha Alves

ENSINO TECNOLÓGICO EM FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO:
desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de inovação tecnológica

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, como requisito para recebimento do título de Doutor em Ensino em Saúde.

Linha de pesquisa: Fundamentos e metodologias em ensino na saúde na Amazônia.

Orientador: Prof^ª. Dra. Valéria Marques Ferreira Normando

Belém- PA
2026

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UEPA / SIBIUEPA

Alves, Júlio Cesar da Rocha

Ensino tecnológico em fisioterapia e reabilitação:
desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de inovação
tecnológica / Júlio Cesar da Rocha Alves. – Belém, 2026.
215f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dra. Valéria Marques Ferreira Normando
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em
Ensino em Saúde na Amazônia, Belém, 2026.

1. Fisioterapia. 2. Tecnologia em Saúde. 3. Ensino em saúde. I.
Universidade do Estado do Pará. II. Título.

CDD 23.ed. 615.8207

Elaborada por Josicléia Garcia Vieira - CRB-2 /562

Júlio Cesar da Rocha Alves

ENSINO TECNOLÓGICO EM FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO:
desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de inovação tecnológica

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, como requisito para recebimento do título de Doutor em Ensino em Saúde.

Data: 24/08/2026.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Valéria Marques Ferreira Normando - Orientadora - UEPA

Prof^o. Dr. Higson Rodrigues Coelho - Membro Titular Interno- UEPA

Prof^a. Dra. Larissa Salgado de Oliveira Rocha - Membro Titular Interno- UEPA

Prof^a. Dra. Laura Maria Tomazi Neves - Membro Titular Externo- UFPA

Prof^o. Dr. Paulo Eduardo Santos Ávila - Membro Titular Externo- UFPA

Prof^a. Dra. Katiane da Costa Cunha - Membro Suplente Interno- UEPA

Prof^o. Dr. Saul Rassy Carneiro - Membro Suplente Externo- UFPA

Dedico esta obra às grandes mulheres da minha vida, minha esposa Roseane, minha filha Catarina e minha mãe Selmira (*in memoriam*), que tanto contribuíram e ainda contribuem para criar, moldar e corrigir, quando preciso, o homem que me tornei e as obras que edificamos.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa Roseane a minha filha Catarina pela compreensão e apoio incondicional ao longo deste caminho.

A minha orientadora Profa. Dra. Valéria Normando pelos ensinamentos, incentivo e motivação na construção deste trabalho.

Aos profs. do Mestrado e Doutorado ESA que me ajudaram a fornecer as bases, ferramentas e competências necessárias até aqui.

Aos colegas da UEAFTO que colaboraram e contribuíram na execução dos estudos contidos nesta obra.

Aos colegas do programa de doutorado que estiveram ao nosso lado no percurso deste caminho, apoiando, trocando informações e experiências.

Aos alunos e alunas do curso de Fisioterapia que participaram diretamente nas etapas deste estudo.

A todos os funcionários da UEPA que direta ou indiretamente contribuíram na realização desta jornada.

“Acredita que um homem pode mudar
seu próprio destino?”

Katsumoto Moritsugu - O último
samurai (2003)

RESUMO

ALVES, Júlio Cesar da Rocha. **Ensino tecnológico em fisioterapia e reabilitação: desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de inovação tecnológica.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação Stricto sensu Doutorado Profissional em Ensino em Saúde na Amazonia (ESA), Centro de Ciências Biológicas (CCBS), Universidade do Estado do Para (UEPA), Belém, Pará, 2026.

Introdução: A aprendizagem por meio de recursos tecnológicos facilita o acesso ao conhecimento e à informação, fomentando a circulação de informações sobre temas de saúde. A inovação está diretamente relacionada ao ensino tecnológico e à geração de tecnologias, sendo os projetos de pesquisa e inovação tecnológica importantes nichos de aplicação de tecnologias educacionais, notadamente na área de fisioterapia e reabilitação. Como objetivo principal, o estudo propõe desenvolver um recurso digital para criação de projetos tecnológicos voltado a atividades de ensino, pesquisa e inovação na área de fisioterapia. **Metodologia:** Trata-se do desenvolvimento de tecnologia educacional com etapas de revisão da literatura, pesquisa de patentes, estudo exploratório, produção, validação e aplicação do produto. Com base nas informações dos estudos iniciais, foram identificadas necessidades do público-alvo e requisitos do produto, definido como um recurso digital na forma de Aplicativo móvel. O Aplicativo foi submetido a um processo de validação com especialistas, focado em aspectos pedagógicos e de conteúdo, sendo os dados analisados por meio do Índice de Validade de Conteúdo e do Coeficiente *Alfa de Cronbach*. Após a validação foi realizada uma aplicação avaliativa pelo público-alvo do produto, ou seja, docentes, técnicos e alunos de graduação e pós-graduação, utilizando-se a *System Usability Scale* como instrumento focado na avaliação de usabilidade do produto. **Resultados e discussão:** Nos estudos iniciais, verificou-se a prevalência das aplicações em reabilitação neurológica e na saúde do idoso, nos estudos analisados, assim como o predomínio de recursos como dispositivos móveis e de telerreabilitação. A pesquisa de patentes, informou que quase metade dos registros provém de depositantes estrangeiros. No estudo com grupos de pesquisa, houve grande incidência de projetos de avaliação e diagnóstico, com destaque também para os aparelhos de auxílio de locomoção e realidade virtual. Com base nos achados foram definidos requisitos do produto como usabilidade intuitiva e adaptabilidade a diferentes contextos e estratégias de ensino. Foram definidos o conteúdo, estrutura e funções do aplicativo, como criar e organizar projetos, gerenciar etapas e acessar materiais de apoio. Nos resultados da validação, o aplicativo obteve um IVC geral de 96% e coeficiente alfa de *Cronbach* de 0,91, confirmando a validade, consistência e confiabilidade do produto. Na aplicação com o público-alvo, a avaliação pela Escala SUS obteve o escore total de 80,94 ($\pm 11,47$), indicando boa usabilidade do aplicativo percebida pelo público-alvo. **Considerações finais:** Este estudo fornece conteúdos e produtos para o fortalecimento da exploração em uma área em constante e rápida evolução, a de tecnologias em fisioterapia e na reabilitação. Espera-se que os produtos gerados contribuam atividades de ensino, pesquisa e produção tecnológica nesta área que, no Brasil, apresenta um vasto potencial, ainda mais evidente na região amazônica.

Palavras-chave: Tecnologia em Saúde, Ensino em Saúde, Aplicativos de Informática Médica, Fisioterapia.

ABSTRACT

ALVES, Júlio Cesar da Rocha. **Technological teaching in physiotherapy and rehabilitation: development of a digital application for technological innovation projects**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação Stricto sensu Doutorado Profissional em Ensino em Saúde na Amazonia (ESA), Centro de Ciências Biológicas (CCBS), Universidade do Estado do Para (UEPA), Belém, Pará, 2026.

Introduction: Learning through technological resources facilitates access to knowledge and information, fostering the circulation of information on health topics. Innovation is directly related to technological education and the generation of technologies, and research and technological innovation projects are important niches for the application of educational technologies, notably in physical therapy and rehabilitation. As the main objective, the study proposes to develop a digital resource for the creation of technological projects aimed at teaching, research and innovation activities in physical therapy. **Methodology:** It is the development of educational technology with stages of literature review, patent search, exploratory study, production, validation and application of the product. Based on the information from the initial studies, the needs of the target audience and product requirements were identified, defined as a digital resource in the form of a mobile application. The Application was submitted to a validation process with specialists, focused on pedagogical and content aspects, and the data were analyzed through the Content Validity Index and Cronbach's Alpha Coefficient. After validation, an evaluative application was carried out by the product's target audience, i.e., professors, technicians, and undergraduate and graduate students, using the System Usability Scale as an instrument focused on evaluating the usability of the product. **Results and discussion:** In the initial studies, the prevalence of applications in neurological rehabilitation and the health of the elderly was verified in the analyzed studies, as well as the predominance of resources such as mobile devices and telerehabilitation. The patent search reported that almost half of the registrations come from foreign applicants. In the study with research groups, there was a high incidence of evaluation and diagnostic projects, with emphasis also on mobility aid devices and virtual reality. Based on the findings, product requirements were defined as intuitive usability and adaptability to different contexts and teaching strategies. The content, structure, and functions of the application were defined, such as creating and organizing projects, managing steps, and accessing support materials. In the validation results, the application obtained an overall CVI of 96% and Cronbach's alpha coefficient of 0.91, confirming the validity, consistency, and reliability of the product. In the application with the target audience, the evaluation by the SUS Scale obtained a total score of 80.94 (± 11.47), indicating good usability of the application perceived by the target audience. **Final considerations:** This study provides content and products to strengthen exploration in an area in constant and rapid evolution, that of technologies in physiotherapy and rehabilitation. It is expected that the products generated will contribute teaching, research and technological production activities in this area that, in Brazil, has a vast potential, even more evident in the Amazon region.

Key-words: Biomedical Technology, Health Education, Medical Informatics Applications, Physical Therapy.

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 -	Características gerais dos artigos incluídos no estudo.....	55
Tabela 2 -	Classificação das tecnologias abordadas nos artigos incluídos no estudo.....	56
Tabela 3 -	Características metodológicas dos estudos incluídos.....	57
Tabela 4 -	Distribuição dos registros por áreas de aplicação.....	63
Tabela 5 -	Distribuição dos registros por classificação IPC	64
Tabela 6 -	Distribuição dos registros por descrição de tecnologia.....	64
Tabela 7 -	Caraterísticas básicas dos grupos de pesquisa.....	70
Tabela 8 -	Distribuição das áreas de atuação dos grupos.....	71
Tabela 9 -	Distribuição a respeito dos tipos de tecnologia e produtos.....	72
Tabela 10 -	Distribuição a respeito da temática de destinação dos softwares no INPI.....	81
Tabela 11 -	Distribuição por temática de destinação dos aplicativos no Portal Educapes.....	81
Tabela 12 -	Características dos especialistas voluntários no estudo de validação.....	91
Tabela 13 -	Respostas dos especialistas ao instrumento de validação e cálculo do IVC e do coeficiente alfa de Cronbach geral e por itens.....	92
Tabela 14 -	Ocupação principal dos avaliadores na etapa de aplicação.....	96
Tabela 15 -	Respostas dos avaliadores em cada item da Escala SUS na aplicação avaliativa.....	97
Tabela 16 -	Escore da Escala SUS calculados para cada avaliador e totalizados por média aritmética.....	98
Tabela 17 -	Distribuição do escore médio da Escala SUS entre categorias de avaliadores.....	98
Quadro 1 -	Questão de pesquisa do estudo de revisão.....	40
Quadro 2 -	Sentença de busca utilizada no estudo de revisão.....	41
Quadro 3 -	Mecanismo de busca na pesquisa de patentes.....	43
Quadro 4 -	Descrição dos códigos IPC utilizados na busca de patentes no INPI	43
Quadro 5 -	Modelo de etapas de projeto utilizado nas categorias de projeto.....	83
Quadro 6 -	Comentários e sugestões dos avaliadores na etapa de validação.....	93
Quadro 7 -	Comentários e sugestões dos avaliadores na etapa de aplicação.....	99
Quadro 8 -	Análise de adequações sugeridas ao aplicativo.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produto de projeto de desenvolvimento tecnológico.....	17
Figura 2 - Produto e equipe de projeto tecnológico PIBIT/ 2022.....	18
Figura 3 - Qualificação do projeto de pesquisa do doutorado.....	19
Figura 4 - Aplicativo móvel de saúde e bem-estar.....	33
Figura 5 - Produto de Tecnologia assistiva.....	33
Figura 6 - Projeto brasileiro de exoesqueleto guiado por robótica.....	34
Figura 7 - Recurso terapêutico mediado por jogo eletrônico.....	35
Figura 8 - Recurso de realidade virtual com aplicação terapêutica	35
Figura 9 - Exercício terapêutico mediado por tecnologia.....	36
Figura 10 - Tecnologia de reabilitação e monitoramento cardiorespiratório.....	37
Figura 11 - Etapas gerais do estudo.....	39
Figura 12 - Etapas da revisão integrativa do estudo.....	40
Figura 13 - Esquema do estudo exploratório com grupos de pesquisa.....	44
Figura 14 - Modelo de etapas de projetos tecnológicos em saúde.....	46
Figura 15 - Etapas de etapas de desenvolvimento do App.....	47
Figura 16 - Esquema do processo de validação do produto.....	50
Figura 17 - Esquema do processo de aplicação avaliativa do produto.....	52
Figura 18 - Classificação de escores de usabilidade da escala SUS.....	53
Figura 19 - Esquema do processo de busca e seleção dos artigos.....	54
Figura 20 - Quantidade de estudos incluídos por país de origem.....	55
Figura 21 - Quantidade de depósito por ano de abrangência do estudo.....	62
Figura 22 - Depósito por regiões do Brasil.....	62
Figura 23 - Depósito por estados do Brasil.....	62
Figura 24 - Quantidade de depósito por tipos de depositantes.....	63
Figura 25 - Percentual das áreas específicas dos grupos.....	71
Figura 26 - Metodologias usadas em atividades de ensino em saúde.....	72
Figura 27 - Limitações e dificuldades nos projetos dos grupos analisados.....	73
Figura 28 - Etapa do processo considerada mais importante.....	74
Figura 29 - Recursos educacionais facilitadores referidos.....	74
Figura 30 - Primeiro setor do painel interativo.....	78
Figura 31 - Segundo setor do painel interativo.....	79

Figura 32 - Terceiro setor do painel interativo.....	79
Figura 33 - Gráfico de distribuição quantitativa dos tipos de programas.....	81
Figura 34 - Categorias de projeto abordadas no App.....	82
Figura 35 - Ícones das etapas de projeto utilizado no aplicativo.....	83
Figura 36 - Esquema da estrutura principal do aplicativo.....	84
Figura 37 - Tela Inicial do aplicativo.....	85
Figura 38 - Tela de categorias do App.....	85
Figura 39 - Tela de projetos e etapas.....	86
Figura 40 - Tela de guias e artigos.....	86
Figura 41 - Menu lateral do aplicativo.....	87
Figura 42 - Adicionar e editar projetos e etapas.....	88
Figura 43 - Funções inserir resultados.....	88
Figura 44 - Distribuição dos escores SUS pela classificação de Bangor.....	99
Figura 45 - Guia de aplicações pedagógicas no App.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPj - Aprendizagem Baseada em Projetos

AMSTAR - *Assessment of Multiple Systematic Reviews*

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

App – Aplicativo móvel

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COFFITO - Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional

DeCS - Descritores em Ciências da Saúde

DGP - Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial

IA - Inteligência artificial

IES - Instituições de Ensino Superior

IPC - Classificação Internacional de Patentes

IVC - Índice de Validade de Conteúdo

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

PIBIC - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

PIBIT - Programa Institucional de Bolsas de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

PDF - *Portable Document Format*

PPGs - Programas de Pós-Graduação

PTT – Produto técnico-tecnológico

RV - Realidade Virtual

SUS - Sistema único de Saúde

SUS - *System Usability Scale*

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

TA - Tecnologia assistiva

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TS - Tecnologias em saúde

TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação

UEAFTO - Unidade de Ensino e Assistência em Fisioterapia e Terapia Ocupacional

UEPA - Universidade do Estado do Pará

SUMÁRIO

1.	TRAJETÓRIA ACADÊMICA E ENVOLVIMENTO TEMÁTICO.....	16
2.	INTRODUÇÃO.....	20
3.	OBJETIVOS.....	24
3.1	Geral.....	24
3.2	Específicos.....	24
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
4.1	Ensino tecnológico em saúde.....	25
4.2	Aprendizagem baseada em projetos.....	26
4.3	Tecnologias educacionais digitais.....	28
4.4	Inovações tecnológicas na saúde.....	30
4.5	Aplicações tecnológicas na fisioterapia e na reabilitação.....	32
4.5.1	Aplicações de tecnologia móvel.....	32
4.5.2	Tecnologia assistiva.....	33
4.5.3	Recursos de robótica.....	34
4.5.4	Recursos de gameterapia.....	34
4.5.5	Realidade virtual.....	35
4.5.6	Recursos de avaliação.....	35
4.5.7	Produtos educacionais.....	36
4.5.8	Recursos de cinesioterapia.....	36
4.5.9	Dispositivos de eletrotermoterapia.....	37
4.5.10	Recursos cardiorespiratórios.....	37
4.5.11	Inteligência artificial.....	38
5.	METODOLOGIA.....	39
5.1	Aspectos éticos.....	39
5.2	Tipo de estudo e etapas.....	39
5.3	Revisão integrativa.....	39
5.3.1	Busca nas bases.....	40
5.3.2	Processo de seleção.....	41
5.3.3	Extração e análise dos dados.....	41
5.4	Pesquisa de patentes.....	42
5.4.1	Busca dos registros.....	42

5.4.2	Triagem dos registros e extração dos dados.....	43
5.4.3	Análise dos dados.....	44
5.5	Estudo exploratório.....	44
5.5.1	Busca de grupos de pesquisa.....	44
5.5.2	Triagem dos grupos de pesquisa.....	45
5.5.3	Coleta de dados específicos dos grupos.....	45
5.6	Produção do aplicativo.....	46
5.6.1	Estudos de embasamento.....	47
5.6.2	Pesquisa de similares.....	48
5.6.3	Criação e alternativas de solução.....	48
5.6.4	Especificações técnicas.....	48
5.6.5	Protótipo e finalização do produto.....	48
5.7	Validação do produto.....	49
5.7.1	Seleção dos especialistas.....	50
5.7.2	Instrumento de validação.....	50
5.7.3	Procedimentos de validação.....	51
5.8	Aplicação avaliativa.....	52
5.8.1	Instrumento de avaliação de usabilidade.....	52
5.8.2	Análise dos dados.....	53
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
6.1	Estudo de revisão integrativa.....	54
6.2	Pesquisa de patentes.....	61
6.3	Estudo com grupos de pesquisa.....	69
6.4	Produto do estudo: Painel digital interativo.....	78
6.5	Desenvolvimento do aplicativo.....	80
6.5.1	Pesquisa de similares.....	80
6.5.2	Requisitos do produto.....	82
6.5.3	Conteúdo e estilo semiótico.....	82
6.5.4	Estrutura do aplicativo.....	84
6.5.5	Telas principais do aplicativo.....	85
6.5.6	Funções do aplicativo.....	86
6.5.7	Registro e disponibilização.....	88
6.6	Estudo de validação do produto.....	91

6.7	Estudo de aplicação avaliativa.....	96
6.8	Implementação de ajustes e melhorias.....	101
6.9	Produto do estudo: Guia de utilização do aplicativo.....	102
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
	REFERÊNCIAS.....	106
	APÊNDICE A - Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR).....	121
	APÊNDICE B - Formulário de extração de dados de revisão.....	123
	APÊNDICE C - Formulário de extração de dados de patente.....	124
	APÊNDICE D - Questionário de produção tecnológica.....	125
	APÊNDICE E - Instrumento de validação de aplicativo educacional.....	126
	APÊNDICE F - Guia rápido do aplicativo.....	127
	APÊNDICE G - Roteiro de aplicação e avaliação.....	131
	APÊNDICE H - System Usability Scale (SUS).....	132
	APÊNDICE I - Painel digital interativo.....	133
	APÊNDICE J - Guia de aplicação pedagógica.....	134
	APÊNDICE K - Guia de utilização do aplicativo.....	138
	ANEXO A - Parecer de aprovação do CEP.....	168
	ANEXO B - Registro do Painel interativo no Portal Educapes.....	171
	ANEXO C - Certificado de registro de programa de computador no INPI.....	172
	ANEXO D - Artigo publicado referente à revisão integrativa.....	173
	ANEXO E - Artigo publicado referente à pesquisa de patentes.....	186
	ANEXO F - Artigo publicado sobre o estudo com grupos de pesquisa.....	201

1. TRAJETÓRIA ACADÊMICA E ENVOLVIMENTO TEMÁTICO

Nossa aproximação e envolvimento com o tema de pesquisa abordado nesta obra decorreu diretamente do caminho percorrido, desde as etapas escolares acadêmicas e profissionais, até a pós-graduação. Minha formação escolar na rede pública atuou como uma fonte de consciência da necessidade de obstinação em todos os desafios e dificuldades, mas também trouxe vários ensinamentos, como iniciativa e responsabilidade.

No processo de formação escolar sempre foi evidente a minha aproximação com as artes (desenho, pintura etc.). Ao final do ensino médio, seria presumível seguir por essa área, mas as conjecturas pessoais e familiares me levaram a escolher a área de saúde como caminho de graduação no ensino superior, especificamente a fisioterapia na Universidade do Estado do Pará (UEPA). No ano de 1999 iniciei a graduação em fisioterapia, destacando-se minha atratividade pelas ciências básicas com a anatomia, fisiologia e biomecânica.

Ao mesmo tempo em que expandi meus estudos para além das disciplinas básicas, progredindo para as áreas clínicas específicas como a fisioterapia neurofuncional e a traumato-ortopedia, continuei fazendo cursos em paralelo na área de design, imaginando talvez em um dia poder integrar as duas áreas e de algum modo aplicar esses conhecimentos. Nos últimos anos de graduação tive a oportunidade de integrar como bolsista o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da UEPA e atuar como monitor na disciplina de Fisioterapia nas Disfunções Traumato-Ortopédicas, onde tive meu primeiro contato com atividades docentes.

Após a conclusão da Graduação em 2003, a busca iminente foi pela inserção no mercado de trabalho, quando atuei inicialmente em atendimentos de *Home care*, e posteriormente iniciei minha carreira no serviço público, trabalhando com fisioterapia na saúde do idoso pela Prefeitura de Belém. Por meio de concurso público ingressei na Fundação Hospital de Clínicas Gaspar Viana onde atuei nos setores de Terapia Intensiva e Enfermaria Cardiológica, atuando nestes locais por aproximadamente 4 anos. Neste período conclui meu primeiro curso de Pós-graduação, uma Especialização na área de fisioterapia nas disfunções traumato-ortopédicas.

Em 2008 fui aprovado em concurso público para a UEPA no cargo de técnico Fisioterapeuta sendo lotado na Unidade de Ensino e Assistência em Fisioterapia e

Terapia Ocupacional (UEAFTO) com atuação principalmente na área de traumatologia ortopédia. Foi intensamente gratificante retornar a UEPA como servidor em um local no qual tivemos tantas vivências e experiências durante a graduação. Minha atuação na UEAFTO, desde o início, envolveu a integração da assistência com atividades de ensino, como o apoio técnico em aulas práticas, supervisão de estágios, períodos de atuação em preceptoria em programas de residência.

Depois de alguns anos de atividade concentrada na assistência, iniciei a aproximação em atividades de pesquisa e desenvolvimento, por meio de assessoria técnica em projetos de tecnologia, nos quais pude aplicar alguns conhecimentos prévios da área de design. Cabe destaque ao projeto “Desenvolvimento de um dispositivo voltado a pacientes com redução da capacidade funcional devido à lombalgia”, no qual atuei como projetista principal e consultor técnico, resultando no nosso primeiro pedido de depósito de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Figura 1. Produto de projeto de desenvolvimento tecnológico



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Porém o objetivo era poder coordenar projetos e submetê-los em editais de fomento, o que não poderia ser feito apenas com título de especialista. Este foi um dos principais motivadores para o ingresso na Pós-graduação em nível de mestrado. O programa escolhido foi o Mestrado em Ensino Em Saúde na Amazônia, devido à experiência prévia com apoio em atividades de ensino e, também, pelo desejo de ingressar na carreira docente. Desde a carta de intenção de pesquisa entregue no processo de seleção, tentei seguir uma linha temática na área de projetos de tecnologia, neste caso, a metodologia de projetos de produto.

Considerando as experiências descritas, o ambiente de interação ensino-assistência, foi reconhecido como cenário relevante em atividades de produção tecnológica em saúde. Na pesquisa de mestrado, foram identificadas lacunas e oportunidades de aprimoramento em conteúdos sobre projetos tecnológicos, assim como necessidade de incremento em competências relacionadas ao tema no curso de graduação em fisioterapia. Os processos de produção e validação de uma mídia educacional, produto da pesquisa, demonstraram a importância de estudos envolvendo projetos de inovação tecnológica no ensino em saúde.

Com grande satisfação obtive o título de Mestre em Ensino Em Saúde na Amazônia, o que possibilitou prosseguir atuando em projetos de pesquisa e desenvolvimento na área de inovação tecnológica, a partir de então, na função de coordenador de projetos. De 2022 a 2025 submeti e obtive aprovação de projetos no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIC e PIBIT) pela UEPA. Os referidos projetos permitiram a aplicação de conhecimentos e competências advindas do mestrado e seguiram a linha temática de inovação tecnológica em fisioterapia e reabilitação.

Figura 2. Produto e equipe de projeto tecnológico PIBIT/ 2022



Fonte: Acervo do autor, 2023.

Os projetos realizados geraram publicações e registros de produtos, servindo como preparação para o ingresso no doutorado. Buscando continuar na linha temática do mestrado, optei pelo Programa de Doutorado Ensino Em Saúde na Amazônia, no qual ingressei em 2022. Utilizando os conteúdos trazidos do mestrado como contexto temático e justificativa do projeto de doutorado, buscou-se expandir o universo de pesquisa para um cenário envolvendo a pesquisa, a produção e o registro de tecnologias na área de fisioterapia e reabilitação.

As etapas de pesquisa literária e exploração descritiva buscariam identificar contextos de aplicação e reunir conteúdo científico culminando na criação de produtos educacionais voltados a embasar, orientar e facilitar projetos de inovação tecnológica na área de fisioterapia e reabilitação. As etapas do estudo seriam desenvolvidas atreladas a projetos de PIBIC e PIBIT, permitindo assim a troca de experiências e conhecimentos entre alunos e docentes e técnicos de diferentes níveis de formação.

Figura 3. Qualificação do projeto de pesquisa do doutorado



Fonte: Acervo do autor, 2024.

Em nossa visão, os processos de formação e ensino na área de saúde, devem incorporar tecnologias a fim de diversificar os meios de aprendizagem. Neste contexto, a inserção do ensino tecnológico na formação em fisioterapia tem o objetivo envolver o aluno não apenas no uso de tecnologias disponíveis, mas também nos recursos e métodos relacionados à concepção e construção de tecnologias inovadoras.

Em relação a aspirações futuras, almejamos com a conclusão do doutorado, o aprofundamento dos projetos de pesquisa e produção tecnológica alinhadas com tendências atuais de inovação, assim como aperfeiçoar os meios de interação com o ensino. Em uma realidade atual onde diversas funções, inclusive as intelectuais, estão em processo sistemático de aprimoramento ou substituição por recursos de inteligência artificial, esperamos destacar a importância do alinhamento do pensamento e criatividade humana com a tecnologia.

2. INTRODUÇÃO

Os fenômenos relacionados à ciência e à tecnologia têm se destacado na sociedade moderna em razão do avanço e da complexidade dos constructos gerados a partir da relação entre os fatores e agentes envolvidos, e que tem levado a sociedade a conviver em um mundo cada vez mais influenciado pelos avanços da tecnociência. A expansão dos sistemas de saúde, nas décadas após a Segunda Guerra Mundial, levou ao desenvolvimento de estratégias e políticas públicas que buscavam ordenar a incorporação de tecnologias nos sistemas de saúde, com o objetivo de garantir segurança e efetividade para os pacientes (Carvalho de Siqueira *et al.*, 2021; Novaes; Soárez, 2020).

Na atual sociedade, a área da saúde tem se destacado pelo seu dinamismo, que muito se relaciona à inovação, ao desenvolvimento científico e tecnológico que se tornam cada vez mais rápidos em busca de novos produtos e processos. A longevidade da população impacta a demanda aos sistemas de saúde, no aumento da prevalência de doenças crônicas e nas limitações de financiamentos. Nesse contexto, a introdução de tecnologias pode ajudar a melhorar a eficiência do sistema de saúde e o cuidado prestado (Moura, 2019; Ruiz Morilla *et al.*, 2017).

Nos últimos anos, a influência das tecnologias também vem sendo verificada na área de fisioterapia. De acordo com uma base de patentes internacional, os pedidos de patentes na área de fisioterapia em 2021 somaram 41.221 registros, em pleno ápice das medidas de cuidado e restrição da pandemia, demonstrando que países como China, Japão e estados Unidos, potencializaram pesquisas e produções tecnológicas neste período (WIPO, 2024). A implantação de tecnológicas durante a pandemia do COVID-19 contribuiu de forma decisiva para a redução da aglomeração, rapidez e facilidade de acesso aos serviços, sobretudo em países que já apresentavam avanço tecnológico na área de *e-Health* (Celuppi *et al.*, 2021).

Durante a pandemia de COVID-19, foi necessário desenvolver novas formas de atendimento, especialmente na fisioterapia, como a tele saúde, englobando a prestação de serviços de atenção à saúde em diferentes níveis (primário, secundário e terciário) de maneira remota, com o apoio de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Como uma das especialidades atuantes na reabilitação, o fisioterapeuta passou a experimentar um processo disruptivo na sua assistência tradicional, sendo identificada a necessidade de implementar medidas e recursos para

manter o funcionamento dos serviços e a assistência profissional de forma não presencial (Ruaro; Ruaro; Paula, 2022).

O impacto das demandas tecnológicas no referido período também ocorreu no setor educacional no qual houve uma imposição global de aplicações remotas. Isto levou países como o Brasil a acelerar o uso de plataformas digitais, o que também aumentou a dependência destas tecnologias, majoritariamente de propriedade estrangeira. A partir do período de pandemia, houve um salto da importância do uso de TICs no ensino de fisioterapia e diversos estudos passaram a ser realizados com o intuito de compreender essas transformações e seus impactos. (Galvão *et al.*, 2023; Gonçalves de Freitas; Rodrigues Coelho; Freitas de Oliveira, 2022).

A oferta de novas tecnologias em saúde envolve, em primeiro lugar, bases de conhecimento interdisciplinares que exigem a interação entre atores individuais e coletivos, com formações disciplinares diversas. As universidades e centros de pesquisa constituem um elo fundamental do sistema de inovação biotecnológica nacional. Apesar de não se dedicarem à produção e oferta direta de produtos e serviços, as universidades possuem um papel central nas atividades de pesquisa científica e capacitação de recursos humanos (Dilascio; Diniz; Mendonça, 2023; Gadelha; Vargas; Alves, 2019).

Um elemento indispensável nos processos de pesquisa e inovação tecnológica ligados a Instituições de ensino superior são os grupos de pesquisa. Segundo o Painel do Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes (DGP), atualmente existem 42.852 grupos de pesquisa cadastrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), dos quais 6.314 (14.7%) pertencem à grande área de Ciências da Saúde. Os grupos de pesquisa nas áreas de fisioterapia e terapia ocupacional apresentaram um salto numérico de 46 grupos no ano 2000, início da série histórica para 486 em 2023 (Brasil. CNPq, 2024).

Os Programas de Pós-Graduação (PPGs) *Stricto Sensu*, na modalidade profissional, têm como um de seus objetivos primordiais capacitar profissionais para práticas avançadas, inovadoras e transformadoras dos processos de trabalho, visando atender às demandas sociais, econômicas e organizacionais nos diversos setores da economia (Brasil, 2019). Nesta modalidade, os discentes precisam desenvolver um Produto/Processo Técnico-Tecnológico, derivado de suas pesquisas, que necessita ser aplicado em um contexto real, podendo apresentar-se em diferentes formatos (Rizzatti *et al.*, 2020).

Nos últimos anos a Área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) tem avançado na análise, compreensão e caracterização das tecnologias educacionais, como produções obrigatórias para programas de mestrados e doutorados profissionais, mobilizando esforços para definir critérios para sua inserção nos processos de pesquisa, aplicação, validação, registros, divulgação e diálogos em contextos educacionais (Freitas, 2021).

As tecnologias educacionais derivadas de pesquisas de PPGs apresentam-se na forma de Produto Técnico-Tecnológico (PTT) e devem atuar como mediadoras dos processos de ensino e aprendizagem resultantes da aplicação de novos conhecimentos no âmbito educacional. Estes produtos visam a solução de problemas por meio da integração de novas informações baseadas em experiências prévias e no pensamento crítico, possibilitando um processo ensino-aprendizagem flexível, adaptativo, atrativo e colaborativo (CAPES, 2019).

Os recursos tecnológicos de comunicação desempenham um papel crucial no ensino em saúde, com inovações significativas que buscam impactar positivamente no processo de aprendizagem. Essas ferramentas oferecem diversas vantagens, contribuindo para a formação profissional e promovendo uma abordagem mais dinâmica, colaborativa e adaptável, essencial para formar profissionais preparados para os desafios em constante evolução no campo da saúde (Noguchi, 2023).

As tecnologias digitais se apresentam como recursos estratégicos na construção e compartilhamento do conhecimento em ambientes de ensino, por meio recursos visuais, atividades criativas e interativas, além de representarem recursos de suma importância no contexto do ensino remoto ou da combinação de atividades híbridas, ou seja, de forma presencial e à distância (Jacobovski; Ferro, 2021).

Neste ponto, cabe destacar a importância da inovação que está diretamente relacionada ao ensino tecnológico, que ao ser apenas mediado por recursos tecnológicos, seria um ensino feito com tecnologias. Por outro lado, a inovação no processo de ensino parece sinalizar que, para ser tecnológico, o ensino teria que apresentar uma finalidade tecnológica, ou seja, a geração de tecnologias. Neste cenário, quando professores e alunos usam recursos tecnológicos ou quando inventam novos procedimentos de ensino têm em mente a produção de tecnologias (Nascimento-e-Silva; Costa, 2024).

Nos últimos anos, observou-se um intenso desenvolvimento de aplicativos na área da saúde. Diante disso, o processo avaliativo torna-se fundamental como

ferramenta para garantir a qualidade e o desempenho satisfatório do produto ofertado aos usuários, seja em cenários de prática profissional ou em ambientes de ensino. Os aplicativos móveis destinados a apoiar a formação e a capacitação profissional em atividades educacionais proporcionam acesso às informações a qualquer momento e lugar, adaptando-se a diversas formas de aprendizagem individual e coletiva (Celestino; Valente, 2021; Pissinati *et al.*, 2021).

Estudos de revisão da literatura e de registros de produtos educacionais evidenciam lacunas no campo literário, onde a grande maioria das publicações na área de tecnologia em fisioterapia e reabilitação se refere a estudos de aplicação e eficácia, e poucos abordam o desenvolvimento de tecnologias e suas bases teóricas. Também se observam lacunas no campo prático, onde não se encontram facilmente disponíveis recursos com intuito de auxiliar projetos de inovação tecnológica na área em questão (Alves *et al.*, 2023; Alves *et al.*, 2025).

As pesquisas de exploração dos recursos tecnológicos também se tornam indispensáveis ao se considerar as vertentes sociais e éticas envolvidas, sobretudo no atual cenário de inserção de ferramentas de Inteligência Artificial no meio educacional e assistencial. Estes avanços trazem consigo diversos desafios, como a privacidade dos dados, a responsabilidade no uso e equidade de acesso (Abdelmohsen, 2025; Alves *et al.*, 2023; Bueno; Bueno; Moreira, 2020).

Os projetos de pesquisa e Inovação tecnológica são importantes nichos de aplicação de tecnologias educacionais. As experiências em projetos de pesquisa e Inovação tecnológica em fisioterapia permitiram ao autor perceber a oportunidade de estudar a aplicação de recursos digitais como meios de orientar e facilitar o processo criativo de projetos tecnológicos na área de fisioterapia e reabilitação.

Considerando a relação entre o cenário tecnológico em saúde e a inserção das tecnologias de informação na formação educacional, apresenta-se o emprego de recursos digitais como meio de orientar projetos de inovação tecnológica como objeto central do estudo. A partir daí, define-se a questão norteadora da pesquisa como sendo: qual a relevância, a aplicabilidade e os requisitos de uma aplicação digital para criação de projetos tecnológicos em fisioterapia como ferramenta facilitadora do processo de ensino, pesquisa e inovação em saúde?

Diante do exposto, este estudo busca explorar o cenário de produção e aplicação de tecnologias na área de fisioterapia e reabilitação, culminando na criação de produtos educacionais voltados a projetos tecnológicos em atividades de ensino,

pesquisa e inovação. Como contribuição principal da pesquisa, espera-se colaborar para o aprimoramento de estratégias de ensino-aprendizagem em saúde, com potencial para apoiar a ampliação do acesso a informações e recursos relacionados à produção tecnológica em saúde Amazônia.

A tese apresenta os diversos estágios da pesquisa, incluindo a exploração, concepção, construção e análise dos temas, conteúdos, resultados e produtos do estudo. As seções principais do documento estão organizadas em introdução, objetivos, metodologia, resultados e discussão, e considerações finais.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Desenvolver e validar um produto educacional na forma de um aplicativo assistente para criação de projetos tecnológicos em atividades de ensino, pesquisa e inovação na área de fisioterapia.

3.2 Específicos

- Realizar estudos de embasamento sobre a produção e aplicação de tecnologias na área de fisioterapia por meio de revisão da literatura, pesquisa de patentes e estudo exploratório;
- Produzir um aplicativo assistente como produto principal do estudo, com base nas informações colhidas nos estudos preliminares;
- Validar o produto com especialistas da área de ensino e tecnologia em saúde;
- Aplicar e avaliar o produto com o público-alvo, definido como alunos, docentes e técnicos com atuação na área de tecnologia e reabilitação.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Ensino tecnológico em saúde

A compreensão de ensino tecnológico parte dos sentidos e significados que lhe são atribuídos, evidenciando um conceito dinâmico com diversas acepções e perspectivas. Essas perspectivas apontam que o ensino tecnológico integra em si aspectos científicos, tecnológicos e sociais voltados para a construção de conhecimentos e resolução de problemas reais. Esse conjunto de ações situa-se em contextos específicos, espaços formais ou não formais, visando uma intervenção no mundo com autonomia, criticidade, ética e responsabilidade (Lima; Azevedo, 2025).

O ensino técnico e tecnológico tradicionalmente apresenta-se como um importante caminho para a qualificação profissional, especialmente no Brasil, onde o desenvolvimento de habilidades específicas para o mercado de trabalho é essencial. Este tipo de educação tem o papel de formar profissionais aptos a atuar em áreas técnicas e tecnológicas, contribuindo para o crescimento econômico e para a inovação no país (Rocha *et al.*, 2025).

A inovação dá sentido ao ensino tecnológico, que não é apenas mediado por tecnologias, mas também orientado à exploração e à apropriação da tecnologia. Neste aspecto, o caráter tecnológico do ensino se caracteriza pela geração de produtos ou processos, ou seja, quando professores e alunos empregam e criam recursos tecnológicos e técnicos no contexto de ensino-aprendizagem (Nascimento-e-Silva; Costa, 2024).

A aplicação de tecnologias na educação possibilita uma conexão mais eficiente entre alunos e professores, facilitando o desenvolvimento e a troca de conhecimento. No contexto da formação profissional de fisioterapia, a atualização com a era digital constitui-se em uma oportunidade para demonstrar que a aprendizagem pode ser alcançada por meio de estratégias diversas (Biella *et al.*, 2024).

O ensino técnico-tecnológico exige uma abordagem conectada entre teoria, prática e inovação. A democratização do acesso às tecnologias e às suas bases conceituais deve ser acompanhada por propostas pedagógicas que favoreçam o protagonismo estudantil e preparem os sujeitos para lidar com os desafios crescentes do mundo digital e do mercado de trabalho (Santana *et al.*, 2021).

Um exemplo de aplicação do conceito de ensino tecnológico no ensino em saúde é o Programa Institucional de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e

Inovação (PIBITI) que contempla projetos que contribuem para a formação e o engajamento de estudantes do ensino técnico e superior ao desenvolvimento e transferência de novas tecnologias e inovação, bem como para o fortalecimento da capacidade inovadora das empresas no País (Brasil. CNPq, 2006).

O programa contempla projetos relacionados ao desenvolvimento tecnológico e processos de inovação, com vínculo a empresas e/ou organizações sociais. Os projetos de PIBIT são geralmente voltados a alunos de graduação de diversas áreas e devem incluir fundamentação, métodos e etapas do projeto, recursos e infraestrutura e um plano de trabalho dos bolsistas.

O objetivo das atividades relacionadas a projetos de inovação tecnológica é estimular os alunos do ensino superior nas metodologias, conhecimentos e práticas próprias aos processos de desenvolvimento tecnológico. Desta forma, busca-se contribuir para a formação e inserção de estudantes em atividades de produção tecnológica e inovação, e fomentar a formação do cidadão pleno, com condições de participar de forma criativa e empreendedora na sua comunidade (Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021).

4.2 Aprendizagem baseada em projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) consiste em uma estratégia de ensino na qual os estudantes devem confrontar questões e problemas significativos do mundo real, determinando como abordá-los, agindo de forma cooperativa em busca de soluções por meio de projetos. Nesta prática, um contexto prático profissional seria simulado permitindo a aquisição e assimilação de conhecimentos. Essa aquisição aconteceria durante as etapas do projeto, sendo ingredientes essenciais do ABPj as habilidades ligadas à disposição para investigar questões significativas na vida profissional e social (Bender, 2014; Cirilo; Silva; Leão, 2025).

A ABPj tem por finalidade aguçar a capacidade dos alunos quanto a preparação técnica, científica e social para lidar com os problemas, a atribuição de responsabilidades em relação ao gerenciamento do tempo, ao autoconhecimento, a tomada de decisões e capacidade de cooperação. O principal significado do projeto não está no produto em si, mas no processo de sua construção proporcionada pela aplicação da metodologia de projetos (Stanley, 2021).

Nesta estratégia é possível incorporar outros métodos, como o projeto de produto no qual o processo ou produto resultante funciona como um fator de

motivação. Os estudantes devem tentar aplicar seus conhecimentos prévios nos projetos, desde as informações básicas para justificar as aplicações até as informações mais técnicas e avançadas de outras disciplinas, que funcionam como ferramentas no desenvolvimento do novo produto ou processo, resultados do projeto (Maciel *et al.*, 2022).

De acordo com Pascon (2022), a metodologia de ABPj envolve o desenvolvimento de atividades em cinco fases: âncora; questão motriz; investigação e pesquisa; criação e desenvolvimento; e apresentação de resultados.

- **Fase âncora:** utilizada para definir o contexto do projeto de diferentes formas como, pequenas narrativas, dados, imagens, vídeos e/ou noticiário. O objetivo dessa fase é atrair a atenção e o interesse dos estudantes, apresentando o contexto e o problema a serem trabalhados. Nesta etapa, a problemática também poderá surgir a partir dos próprios alunos.
- **Fase questão motriz:** orienta e identifica o foco do problema que será trabalhado no projeto. Pode ser estabelecida previamente pelos tutores ou identificada pelos próprios estudantes, a partir da reflexão, da discussão e da definição de questões prioritárias referentes ao contexto e ao problema.
- **Fase investigação e pesquisa:** visa uma melhor compreensão e aprofundamento do problema, proporcionando a articulação da teoria com a realidade. Quanto maior o engajamento em torno da âncora e da questão motriz, maior será o envolvimento dos estudantes nessa etapa.
- **Fase criação e desenvolvimento:** caracteriza-se por incentivar os estudantes a pensarem, em conjunto e estrategicamente, qual a melhor maneira de criar e desenvolver formas de confrontar e propor soluções ao problema.
- **Fase apresentação dos resultados:** os estudantes têm a possibilidade de socializar o projeto de forma sistematizada, por meio de recursos diversificados, como apresentação oral, vídeos, entre outros. É importante prever a possibilidade de socialização dos resultados com a comunidade envolvida com o contexto prático dos projetos.

Diante do exposto, pode-se reconhecer a ABPj como uma das estratégias ativas de ensino mais adequada à aplicação no ensino tecnológico, ou seja, nos processos pedagógicos que visam a imersão dos alunos no contexto de inovação tecnológica com vistas ao desenvolvimento de competências profissionais.

4.3 Tecnologias educacionais digitais

O emprego das tecnologias educacionais digitais está diretamente relacionado ao surgimento das denominadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como fenômeno social e cultural. Nas últimas décadas, temos experimentado diversas formas de interação e imersão com as tecnologias. Conceitos como desenvolvimento, modernização e inovação tem impulsionado mudanças rápidas, conferindo novas apropriações sociais, acadêmicas e profissionais na cultura digital (Amaro *et al.*, 2023).

Recentemente, o termo Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC), tem sido utilizado para identificar recursos e mídias que utilizam a tecnologia eletrônica por meio de linguagem digital (notebooks, tablets e smartphones) que, geralmente possibilitam o acesso à internet (Silva *et al.*, 2022).

No cenário educacional, as TICs são incorporadas ao processo de ensino-aprendizagem por meio de diversas ferramentas como os softwares educacionais. Estes recursos atuam como facilitadores do aprendizado em diversas modalidades de ensino, como o ensino a distância, o ensino remoto e o ensino híbrido. Os recursos digitais permitem realizar diferentes atividades e práticas simuladas, tornando o processo formativo mais atrativo para os estudantes, de acordo com as tendências de evolução da computação e dos recursos gráficos, acompanhados de políticas de inclusão digital (Celestino; Valente, 2021; Khamrokhuaeva; Davirova, 2023).

Com o uso de aplicações para computadores ou smartphones, os alunos podem cultivar conscientemente a metacognição, refletindo sobre sua própria aprendizagem, aumentando seu engajamento e motivação em sala de aula. Essas inovações são necessárias para aumentar a capacidade e maximizar a eficácia da educação e garantir que os alunos desfrutem de experiências de aprendizagem padronizadas que não poderiam ser garantidas por meio de métodos tradicionais (Rezayi, *et al.*, 2024).

Produto tecnológico é um objeto com elevado grau de novidade resultante da aplicação de novos conhecimentos científicos, técnicas e expertises desenvolvidas no âmbito de pesquisas, usados diretamente na solução de problemas em empresas produtoras de bens ou na prestação de serviços à população, visando o bem-estar social. Por outro lado, um produto derivado da adaptação de conhecimento existente será considerado um Produto técnico e não tecnológico (CAPES, 2019).

Considera-se Produto/Processo Educacional na Área de Ensino, o resultado oriundo de um processo gerado a partir de uma atividade de pesquisa, com o intuito de responder a uma pergunta/problema oriunda do campo de prática profissional, podendo ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo (Rizzatti *et al.*, 2020).

Um tipo de Produto Técnico-Tecnológico são os aplicativos para dispositivos móveis que podem ser considerados um tipo específico de programa computacional. De acordo com a Lei dos Softwares (Lei Federal nº 9.609/1998), Programa de Computador pode ser assim definido:

É o conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados.

Segundo a classificação de programas de computador adotada pelo INPI, os aplicativos recebem o código AP01-Aplicativo. Em relação ao campo de aplicação, os aplicativos voltados à área educacional são classificados com códigos ED01 a ED06, enquanto as aplicações na área de Saúde recebem códigos SD01 a SD011 (Brasil, INPI, 2024).

A utilização fundamentada de aplicativos móveis torna-se pertinente no cenário de ensino em saúde, por oportunizar a troca de experiências e informações entre indivíduos pertencentes a diferentes realidades, ampliar o acesso a conteúdo, o engajamento, além de limitar barreiras geográficas e adequar-se a realidades específicas (Borges *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2021).

As intervenções em saúde digital, incluindo os aplicativos móveis, devem seguir etapas de maturação, do protótipo à implementação do produto finalizado. A avaliação de viabilidade e usabilidade em versão inicial é etapa fundamental para o processo de criação da tecnologia. Para que o profissional de saúde consiga alcançar seu objetivo, o aplicativo, além de ser funcional, deve ter uma boa comunicabilidade, que é um dos principais requisitos para a construção de um sistema (Montoya *et al.*, 2021).

Para alcançar os resultados pedagógicos almejados, a aplicação de tecnologias da informação e comunicação no ensino de cursos da área da saúde como fisioterapia e terapia ocupacional, dentre outros, demandam atenção e exploração mais aprofundada das instituições de ensino superior e pela comunidade acadêmica, em relação à inclusão de inovações no processo de ensino-aprendizagem e treinamento para uso das tecnologias (Galvão *et al.*, 2023).

4.4 Inovações tecnológicas na saúde

Inovação é uma criação que tem como objetivo oferecer uma solução para um problema técnico, por meio de uma novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social, resultando em novos produtos, processos ou serviços. Tal como a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aprimorado, um processo, ou um método organizacional nas práticas de negócios, ou na organização do trabalho (Brasil, Ministério da Educação, 2016).

A inovação tecnológica desempenha um papel cada vez mais relevante na área da saúde, com avanços significativos em áreas como telemedicina, prontuários eletrônicos, dispositivos médicos conectados e inteligência artificial. A inovação na área da saúde engloba um conjunto de tecnologias e abordagens voltadas para a prevenção, diagnóstico e tratamento de uma ampla gama de agravos e condições que impactam a sociedade (Sousa, 2023).

As tecnologias assumem atualmente importância estratégica nas organizações de saúde, pois impulsionam as principais mudanças que ocorrem na prestação de serviços nesse setor. Envolvem a aplicação de novidades significativas nos componentes de produtos, serviços e de processos tecnologicamente novos ou incrementais, para melhor desempenho no atendimento e na dispensação de cuidados nos serviços de saúde (Bagagi; Mendes; Garcia, 2021).

As tecnologias em saúde podem ser classificadas de acordo com Merhy (2007) como tecnologias leve, leve-dura e dura. As tecnologias leves são compreendidas como tecnologias relacionais, sendo o vínculo, acolhimento, responsabilização e autonomia os focos principais. As tecnologias leve-dura relacionam-se com a utilização de saberes estruturados ou tecnologias-saberes. E por fim, as tecnologias duras correspondem aos equipamentos e aparelhos em geral (Almeida, 2023).

Ainda neste âmbito de classificação, as tecnologias duras englobam máquinas, ferramentas, robôs e redes de telecomunicações, elementos tangíveis que se destacam por sua inovação, capacidade de aprimorar tarefas e proporcionar maior eficiência. Por outro lado, as tecnologias leves, embora não tangíveis, desempenham um papel fundamental no funcionamento de instituições e organizações, aplicando-se em contextos empresariais, atividades comerciais e serviços, adotando abordagens educativas, sistemas de logística ou estratégias de marketing (Sousa, 2023).

Outra classificação de tecnologias em saúde é a de Nietzsche que se divide em tecnologias educacional, gerencial e assistencial. A Tecnologia educacional consiste

num conjunto de conhecimentos que visam o planejamento, a execução e o acompanhamento do processo educacional. Tecnologias gerenciais são processos teórico-práticos utilizados no gerenciamento da assistência de saúde no contexto profissional. E por fim, a tecnologia assistencial que inclui a construção de um saber técnico-científico resultante de investigações, aplicações de teorias e da experiência cotidiana dos profissionais e da clientela (Nietzsche *et al.*, 2005).

As tecnologias de saúde baseadas em recursos eletrônicos, usualmente denominados como *e-health*, utilizam TICs para gerenciar a saúde, prestar cuidados e administrar o sistema de saúde. O *e-health* ou saúde digital consiste no uso de TICs para apoiar canais de comunicação em saúde à distância, possibilitando uma prestação de serviços de saúde mais eficiente com alocação otimizada de recursos. A saúde digital frequentemente contribui para a melhoria da qualidade dos serviços de saúde, incluindo acesso mais rápido à informação em saúde e melhores resultados terapêuticos (Gaspar; Lapão, 2022; Sanyal *et al.*, 2018).

As aplicações em saúde digital estão se tornando uma parte cada vez mais importante dos sistemas de saúde, incluindo os serviços inovadores de assistência médica e reabilitação por meio de intervenções de telefonia e saúde móvel, denominados como *mhealth*. O uso de aplicativos móveis relacionados à saúde emergiu como uma ferramenta importante e útil para melhorar os resultados de saúde no autogerenciamento de diversas condições, notadamente as doenças crônicas (Alhussein; Hadjileontiadis, 2022; Cruz-Cobo *et al.*, 2022).

No cenário de reabilitação remota, a utilização de recursos de apoio e monitorização pode ter um impacto significativo na eficácia dos tratamentos. Nos últimos anos, a evolução na capacidade de processamento dos dispositivos móveis e no desempenho dos algoritmos incrementa a aplicação destes tipos de recursos como soluções na área de saúde e bem-estar (Pereira *et al.*, 2023).

O lançamento de novos produtos industriais de saúde é objeto de atenção em todo o mundo. Esses produtos, assim como as tecnologias neles integradas, configuram um segmento industrial altamente concorrido. No Brasil, o Sistema único de Saúde (SUS) tem desenvolvido mecanismos rigorosos de avaliação, sendo primariamente realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cuja missão é estabelecer os padrões de qualidade, segurança, eficácia e registro de produtos. A avaliação da efetividade destes, incluída a avaliação dos custos

financeiros envolvidos comparados ao seu impacto de ação nos futuros usuários, é cada vez mais importante (Guimarães; Teixeira, 2024).

4.5 Aplicações tecnológicas na fisioterapia e na reabilitação

A fisioterapia apresenta-se como uma ciência da saúde dedicada ao estudo, prevenção e tratamento de distúrbios cinético-funcionais humanos. Seus procedimentos e recursos de intervenção, demandam por constante renovação tecnológica, e se configuram como essenciais na reabilitação dos mais diversos acometimentos em saúde, a destacar as disfunções e incapacidades do sistema musculoesquelético e locomotor (COFFITO, 2017).

O interesse crescente de centros de pesquisa e serviços de saúde pela utilização de tecnologias em conjunto com a fisioterapia está relacionado ao potencial de acelerar processos de reabilitação, ampliar ganhos funcionais e reduzir limitações permanentes. Ainda que o custo, a infraestrutura necessária e a capacitação profissional sejam fatores que limitam sua implementação em larga escala, esse cenário evidencia a relevância científica do aprofundamento sobre a temática (Mansour *et al.*, 2022).

Atualmente diversos tipos e categorias de recursos tecnológicos são estudados e empregados na pesquisa e na assistência em fisioterapia e na reabilitação, com diversos níveis de complexidade e maturidade tecnológica. Dentre os principais tipos de recursos, podemos citar:

4.5.1 Aplicações de tecnologia móvel

São recursos intermediados por aplicativos e plataformas online para dispositivos móveis (smartphones ou tablets). Entre as funções destes recursos podemos citar a detecção de demandas em saúde, por exemplo, por meio de questionários e softwares de monitoramento clínico, auxiliar o autogerenciamento, fornecer informações educativas, reabilitação e atividade física remota, reabilitação postural, rastreadores de sintomas e apoio de pares para melhorar a adesão ao tratamento (Andreotti *et al.*, 2021).

Figura 4. Aplicativo móvel de saúde e bem-estar



Fonte: magnific.com

4.5.2 Tecnologia assistiva

Pode ser entendida como um auxílio para promover a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitar a realização de funções prejudicadas por deficiências ou pelo envelhecimento. Abrange recursos e dispositivos que auxiliem pessoas com sequelas de deficiências físicas e mentais na realização das atividades de vida diária. Um exemplo desse tipo de recurso são adaptações de objetos para o dia a dia, órteses e próteses, dispositivos de apoio à mobilidade como cadeiras de rodas manuais ou motorizadas, bengalas e andadores, ajudas de transferência, e adaptações de acessibilidade (Brasil/CAT, 2009).

Figura 5. Produto de tecnologia assistiva

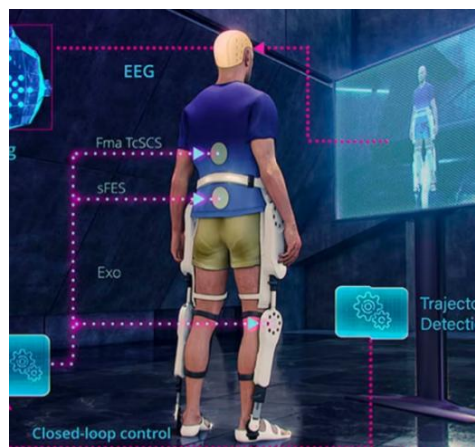


Fonte: Próprio autor, 2022

4.5.3 Recursos de robótica

A robótica de reabilitação é um novo ramo tecnológico relacionado à aplicação da tecnologia robótica em campos médicos. Abrange tecnologias facilitadoras essenciais para ajudar pessoas que sofrem de distúrbios do movimento a restaurar a atividade muscular normal com a possibilidade de resultados mensuráveis. Projetos de robótica podem incluir neuropróteses robóticas, cadeiras de rodas avançadas, exoesqueletos, treinadores robóticos de marcha, controladores de movimento, mobilizadores vestíveis e diversas outras aplicações (Carpino *et al.*, 2018; Pană; Popescu; Rădulescu, 2023).

Figura 6. Projeto brasileiro de exoesqueleto guiado por robótica



Fonte: Instituto Nicolelis, 2026 (nicolelisinstitute.com.br)

4.5.4 Recursos de gameterapia

A gameterapia por meio de jogos eletrônicos envolve a aplicação de diversos recursos na reabilitação de incapacidades físicas e/ou cognitivas, visando um ambiente motivador para o desenvolvimento de habilidades e capacidades funcionais. Uma importante aplicação de jogos na reabilitação física são os “exergames”, que são jogos que promovem exercícios físicos, permitindo um ambiente lúdico e divertido durante as tarefas terapêuticas. Projetos de gameterapia podem abranger adaptações de controles e periféricos para jogos, captura de movimento, ambientes virtuais e até jogos completos (Battisti, 2020).

Figura 7. Recurso terapêutico mediado por jogo eletrônico



Fonte: magnific.com

4.5.5 Realidade virtual

A realidade virtual (RV) abrange tecnologias que proporcionam imersão em ambientes simulados digitalmente, oferecendo experiências interativas em 3D para melhorar o aprendizado, proporcionar atividades imersivas para lazer, treinar habilidades ou realizar simulações que seriam impossíveis ou inviáveis no mundo real. Os projetos de RV podem incluir aplicações em educação, saúde, entretenimento, simulações, jogos, treino de habilidades motoras e cognitivas, etc. Pode ser utilizada na reabilitação, oferecendo um ambiente imersivo e controlado para melhorar habilidades funcionais em grupos específicos de pacientes (Feitosa *et al.*, 2022).

Figura 8. Recurso de realidade virtual com aplicação terapêutica



Fonte: Pinterest.com

4.5.6 Recursos de avaliação

As tecnologias de avaliação e diagnóstico funcional podem ter diversos objetivos como avaliar o risco de quedas em idosos, realizar análises biomecânicas do movimento, avaliar o alinhamento postural de modo objetivo, monitorar a atividade física e o risco cardiovascular, e diversos outros. Os recursos de avaliação podem

incluir sensores inerciais, smartphones, sensores de movimento, plataforma de detecção de pressão, softwares de análise biomecânica. Além disso, os *wearables*, monitores e sensores vestíveis, também demonstraram potencial no fornecimento de *biofeedback* em tempo real, auxiliando na correção de padrões motores inadequados e incentivando o engajamento dos pacientes (Bowman, 2021; Sun; Sosnoff, 2018).

4.5.7 Produtos educacionais

Projetos de produtos ou processos educacionais podem ser aplicados ao ensino em fisioterapia e reabilitação ou à educação em saúde direcionada a usuários em geral. Está diretamente relacionado ao espaço de aplicação, sendo o resultado oriundo de um processo de pesquisa e que deve ter um conjunto de características - aderência, impacto, aplicabilidade - que permita ser compartilhado pela comunidade (Rizzatti et al., 2020). Podem abranger, por exemplo, sequências didáticas, aplicativos, jogos, vídeos e vídeo-aulas, equipamentos, entre outros.

4.5.8 Recursos de cinesioterapia

Consiste no uso terapêutico do movimento para reabilitação e promoção da saúde. Os recursos podem incluir dispositivos e equipamentos de exercícios terapêuticos para ganho de força, flexibilidade, mobilidade articular, equilíbrio e coordenação motora. Os dispositivos podem apresentar diversos níveis de complexidade, desde halteres/bastões até aparelhos de mobilização contínua, sistemas de *biofeedback*, e serviços de telerreabilitação em diversas condições clínicas, como disfunções musculoesqueléticas, neurológicas e cardiorrespiratórias (Moulaei, et al., 2022).

Figura 9. Exercício terapêutico mediado por tecnologia



Fonte: magnific.com

4.5.9 Dispositivos de eletrotermoterapia

A eletrotermoterapia compreende o uso de recursos elétricos, térmicos e fototerapêuticos no tratamento de dores, inflamações e disfunções. Suas aplicações incluem tecnologias complexas como eletroestimuladores, ultrassom terapêutico, dispositivos de crioterapia e termoterapia, além de equipamentos de fototerapia, como lasers de alta intensidade. Destaca-se a reabilitação por meio da Estimulação Elétrica Funcional, que é utilizada para ativar músculos fracos ou paralisados. Integrada a órteses, pode favorecer a plasticidade neural e reduzir a espasticidade, além de melhorar o controle motor e apoiar terapias respiratórias em casos de fraqueza muscular (Chaikho; Clark; Raison, 2022).

4.5.10 Recursos cardiorespiratórios

Englobam tecnologias voltadas ao monitoramento, avaliação e reabilitação de pacientes com condições cardíacas e pulmonares. Incluem ventiladores mecânicos em ambientes hospitalares e softwares de treinamento respiratório na reabilitação domiciliar, promovendo adesão ao tratamento e permitindo supervisão remota. Monitores de atividade, como *smartwatches* com sensores de frequência cardíaca e saturação de oxigênio, fornecem dados em tempo real para avaliar o desempenho físico, ajudar a monitoração clínica em terapias respiratórias personalizadas (Bonnevie *et al.*, 2021; Reilly *et al.*, 2023).

Figura 10. Tecnologia de reabilitação e monitoramento cardiorespiratório



Fonte: magnific.com

4.5.11 Inteligência artificial

A inteligência artificial (IA) impacta atualmente diversas disciplinas científicas e clínicas, incluindo a fisioterapia. Destacam-se os modos como a IA pode ser aplicada à recuperação do movimento humano, à prevenção de lesões, à reabilitação e ao desempenho esportivo. Métodos de aplicação de IA, como aprendizado de máquinas, aprendizado profundo e visão computacional, facilitam a análise automatizada, precisa e em tempo real de dados biomecânicos complexos derivados de sensores vestíveis, vídeos e outras modalidades (Abdelmohsen, 2025).

5. METODOLOGIA

5.1 Aspectos éticos

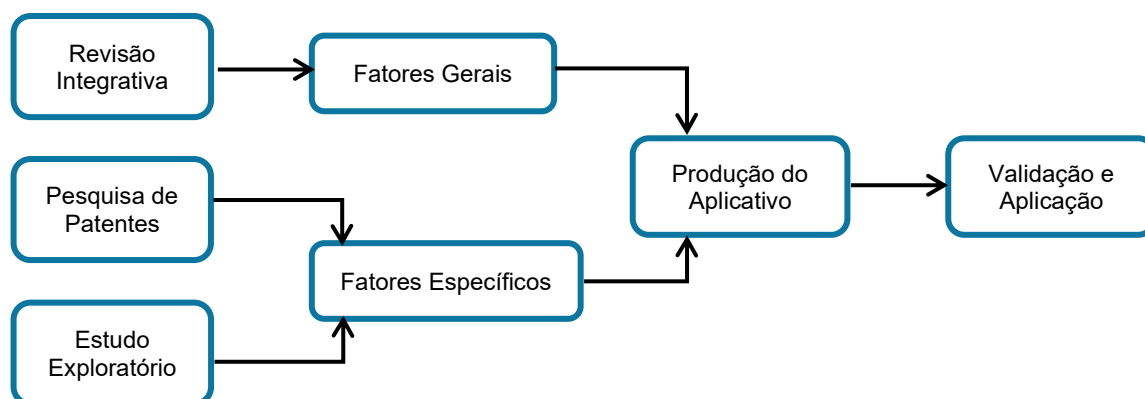
O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e aprovado com parecer nº. 5.956.698 (ANEXO A). O estudo foi conduzido respeitando a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012 e a participação dos colaboradores ocorreu mediante concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Declaramos que não foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa na elaboração deste trabalho acadêmico, em nenhuma das etapas da pesquisa, redação, revisão ou formatação, incluindo a definição de conceitos e conteúdos, ou na construção e avaliação de produtos.

5.2 Tipo de estudo e etapas

Trata-se de um estudo metodológico de desenvolvimento de tecnologia digital, elaborado em etapas de revisão integrativa da literatura, pesquisa de patentes, estudo exploratório, produção, validação e aplicação de um produto educacional na forma de um *Aplicativo* móvel (figura 11).

Figura 11. Etapas gerais do estudo

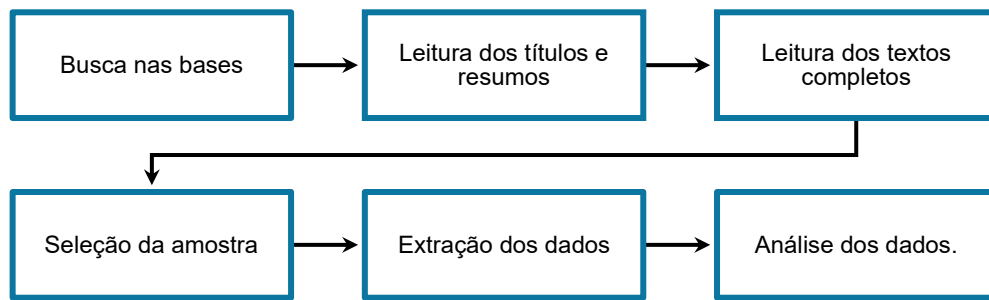


Fonte: Próprio autor, 2023.

5.3 Revisão integrativa

A primeira etapa do estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura que tem como objetivo coletar, analisar e sintetizar os resultados de estudos científicos anteriormente publicados sobre um tema utilizando uma metodologia ou protocolo claro e reproduzível de modo a obter resultados críticos (Cobucci, 2019; Sousa, *et al.*, 2017; Soares; Melo).

Figura 12. Etapas da revisão integrativa do estudo



Fonte: Próprio autor, 2023

O estudo foi realizado por meio de pesquisa em bases de dados científicos (SciELO, Lilacs e PubMed) visando analisar a evolução e as características gerais da aplicação tecnológica na área de Fisioterapia. O primeiro passo no delineamento da revisão foi definir a questão de pesquisa. Devido a não haver restrição de população ou tipo de intervenção, não foi utilizada a estratégia PICO para definição da questão, que consistiu em:

Quadro 1. Questão de pesquisa do estudo de revisão

“Quais as características atuais e da evolução da utilização de tecnologias na área de Fisioterapia? “

Fonte: Dados do estudo, 2023.

A amostra foi composta de artigos de revisões, completos nos idiomas português e inglês, publicados entre os anos de 2013 e 2023 nas bases de dados selecionadas. Os artigos foram triados pela leitura dos títulos resumos. Verificada a relação temática com o estudo, foram selecionadas publicações para leitura completa, a partir da qual foi definida a amostra final para extração dos dados.

5.3.1 Busca nas bases

A busca primária foi executada nas bases SciELO, Lilacs e PubMed, A definição dos termos de busca foi realizada inicialmente mediante a escolha de descritores na base Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), obtendo como resultados os descritores selecionados em português e inglês:

- Tecnologia em saúde (*Health Care Technology*)
- Tecnologia Biomédica (*Biomedical Technologies*)
- Fisioterapia (*Physical Therapy*)

Definidos os descritores relacionados, foi construída a estratégia de busca por meio da combinação dos termos de busca com os operadores booleanos, obtendo-se a sentença utilizada na busca:

Quadro 2. Sentença de busca utilizada no estudo de revisão

((Tecnologia em saúde) OR (Tecnologia Biomédica)) AND (Fisioterapia)
((Health Care Technology) OR (Biomedical Technologies)) AND (Physical
Therapy)

Fonte: Dados do estudo, 2023.

5.3.2 Processo de seleção

A avaliação e seleção das publicações foi realizada seguindo um esquema adaptado da diretriz PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) por dois avaliadores independentes. Os artigos resultantes da busca primária foram inicialmente submetidos à leitura dos títulos e resumos, visando identificar e excluir publicações duplicadas ou sem pertinência temática com o estudo.

Os artigos resultantes da primeira filtragem foram submetidos à leitura completa, na qual foi executada nova filtragem de publicações pela qualidade metodológica. As divergências entre os avaliadores foram resolvidas com a participação um terceiro avaliador.

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada uma versão do instrumento *Assessment of Multiple Systematic Reviews* (AMSTAR) adaptado por Costa *et al.* (2015), que consiste em um instrumento de avaliação da qualidade de revisões composto por 14 itens (APÊNDICE A). Para cada item há duas opções de resposta, sendo “sim”, caso contemple o critério; e “não”, caso não contemple. Para cada resposta “sim”, aplica-se um ponto, sendo a qualidade da publicação expressa pela soma dos itens do instrumento (Zoltowski *et al.*, 2014). Neste estudo foram selecionados aqueles que obterem pontuação total mínima de 10 pontos no AMSTAR, sendo considerada a média aritmética da pontuação entre os avaliadores.

5.3.3 Extração e análise dos dados

Os requisitos de extração de dados variam de revisão para revisão, e os formulários de extração devem ser adaptados à pergunta da pesquisa (DONATO; DONATO, 2019). As variáveis de interesse para o estudo foram extraídas e registradas em formulário próprio do estudo (APÊNDICE B) e, posteriormente, armazenadas em

planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2010™. No presente estudo, as variáveis de interesse extraídas para análise foram:

- Título do artigo, ano e local de publicação;
- Área de concentração da pesquisa;
- Periódico da publicação;
- Abrangência cronológica;
- Objetivos e tipo de estudo;
- Bases de dados utilizadas;
- Critérios de inclusão e exclusão;
- Instrumentos de medida;
- Principais resultados;
- Conclusão.

Foi adotada uma análise do tipo narrativa para a descrição e síntese dos resultados da revisão. As tecnologias em saúde (TS) abordadas nos estudos incluídos foram classificadas de acordo com Merhy (2007) como tecnologias leve, leve-dura e dura. (Almeida, 2023). Outra classificação de TS utilizada foi a de Nietzsche et al. (2005) dividida em tecnologias educacional, gerencial e assistencial (Nietzsche et al., 2005).

A organização dos artigos resultantes da busca nas etapas de triagem e amostra final foi feita no *software* Zotero 6.0.36. Os dados quantitativos foram analisados por meio do *software* Microsoft Office Excel 2010™, representados por frequências simples e percentuais e organizados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

5.4 Pesquisa de patentes

Com o objetivo de observar padrões, tendências e nichos do desenvolvimento tecnológico em fisioterapia no Brasil, foi realizada uma pesquisa de patentes na área de fisioterapia por meio de busca avançada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

5.4.1 Busca dos registros

Como estratégia de busca foram utilizados os códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC) adotada pelo INPI, referentes às áreas de Aparelhos

e Dispositivos de Fisioterapia (A61H) (quadro 4), com restrição de data do depósito da patente de 2013 a 2023, resultando no mecanismo de busca abaixo:

Quadro 3. Mecanismo de busca na pesquisa de patentes

(A61H 1/00 OR A61H 1/02 OR A61H 3/00 OR A61H 5/00 OR A61H 7/00 OR A61H 9/00 OR A61H 11/00 OR A61H 15/00 OR A61H 19/00 OR A61H 21/00 OR A61H 23/00 OR A61H 31/00 OR A61H 37/00 OR A61H 39/00 OR A61H 99/00 OR A61N 1/00 OR A61N 5/00 OR A61N 7/00)

Fonte: Dados do estudo, 2023.

Quadro 4. Descrição dos códigos IPC utilizados na busca de patentes no INPI

A61H	Aparelhos de fisioterapia, p. ex. dispositivos para localizar ou estimular os pontos de reflexibilidade do corpo; respiração artificial; massagem; dispositivos de banho para usos especiais terapêuticos ou de higiene ou partes específicas do corpo.
A61H 1/00	Aparelhos para exercícios passivos; Aparelhos vibratórios; Dispositivos para quiroprática, p. ex. dispositivos para impacto do corpo, dispositivos externos para ligeira extensão ou alinhamento de ossos quebrados.
A61H 1/02	Dispositivos para impacto do corpo, dispositivos externos para ligeira extensão ou alinhamento de ossos quebrados; / Aparelhos extensores ou de curvamento, para exercícios;
A61H 3/00	Aparelhos para ajudar os deficientes físicos a se locomoverem.
A61H 5/00	Aparelhos para exercícios dos olhos.
A61H 7/00	Dispositivos de massagens por amassamento-sucção; Dispositivos para massagem da pele por fricção ou escovamento, não incluídos em outro local.
A61H 9/00	Massagens pneumáticas ou hidráulicas.
A61H 11/00	Cintos, faixas ou pentes para massagens.
A61H 15/00	Massagem por meio de roletes, esferas, infláveis, correntes ou correntes de roletes.
A61H 19/00	Massagem dos órgãos genitais
A61H 21/00	Dispositivos de massagem para cavidades do corpo.
A61H 23/00	Massagem por percussão ou vibração, p. ex. por meio de vibração supersônica; Massagem por vibração-sucção; Massagem com diafragmas móveis.
A61H 31/00	Respiração artificial ou estimulação cardíaca, p. ex. massagem cardíaca
A61H 37/00	Acessórios para massagem
A61H 39/00	Dispositivos de fisioterapia para localizar ou estimular pontos específicos de reflexibilidade do corpo, p. ex. acupuntura
A61H 99/00	Matéria não abrangida pelos demais grupos desta subclasse
A61N 1/00	Eletroterapia; Seus circuitos
A61N 5/00	Terapia por radiação (dispositivos ou aparelhos aplicáveis a ambos, terapia e diagnóstico)
A61N 7/00	Terapia por ultrassom

Fonte: <http://ipc.inpi.gov.br/>, 2023

5.4.2 Triagem dos registros e extração dos dados

Os resultados da busca inicial foram submetidos à leitura dos títulos e resumos dos pedidos de patentes buscando excluir registros sem pertinência temática ou com erros de classificação. Os dados extraídos dos registros resultantes da triagem de pertinência foram inicialmente registrados em formulário próprio (APÊNDICE C) e

exportados para o *software* Microsoft Excel® para organização, tratamento e análise das informações. Foram extraídos os dados referentes ao:

- Título e número do depósito;
- Data do depósito;
- Classificação IPC;
- País de origem;
- Depositante;
- Descrição do produto;
- Área de aplicação;
- Objetivo/destinação.

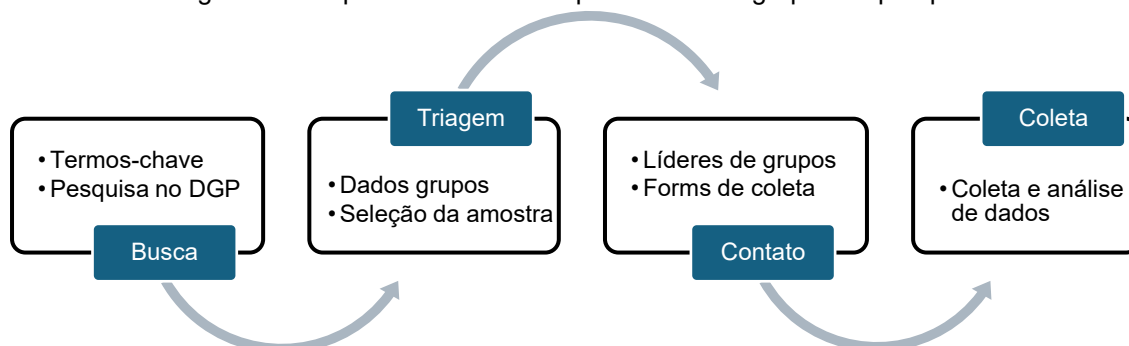
5.4.3 Análise dos dados

A análise dos dados foi focada na descrição da evolução temporal dos depósitos de patentes na área de fisioterapia no período estipulado, bem como e distribuição categorizada dos depósitos de acordo com o tipo de produto/tecnologia, área de aplicação e destinação ou objetivo. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

5.5 Estudo exploratório

Na segunda etapa da pesquisa foi executado um estudo exploratório descritivo, no qual, segundo Lyra, Souza e Costa (2019), o pesquisador busca estabelecer um primeiro contato com o tema, visando uma maior familiaridade com um fato ou fenômeno, sem interferir com os mesmos.

Figura 13. Esquema do estudo exploratório com grupos de pesquisa



Fonte: Dados do estudo, 2024.

5.5.1 Busca de grupos de pesquisa

O estudo buscou informações de grupos de pesquisa em tecnologia na área de fisioterapia e reabilitação no Brasil, cadastrados no CNPq. A busca por grupos foi feita

no Diretório DGP/Lattes, por meio da consulta parametrizada. Foram utilizados os termos “Tecnologia” AND “Fisioterapia”, “Tecnologia” AND “Reabilitação”. O termo “Reabilitação” foi adicionado a fim de incluir grupos com atuação em fisioterapia, porém não exclusiva a esta especialidade.

5.5.2 Triagem dos grupos de pesquisa

A partir dos resultados da busca, foram acessados os espelhos dos grupos e analisadas informações básicas, a fim de identificar o perfil dos grupos e selecionar aqueles com linhas de pesquisa relacionadas ao tema da pesquisa. As informações coletadas dos grupos foram: nome do grupo, instituição, data de criação, líder e/ou vice-líder do grupo, área predominante e específica, contato do grupo. As informações foram organizadas para análise categorizada das seguintes variáveis:

- Tipo de instituição de origem (pública ou privada);
- Área predominante e específica;
- Ano de formação do grupo;
- Região e estado de localização do grupo.

5.5.3 Coleta de dados específicos dos grupos

Os representantes dos grupos componentes da amostra foram contactados via e-mail ou redes sociais, com o objetivo de obter e analisar características específicas dos projetos desenvolvidos. Foi elaborado para o estudo um questionário de produção tecnológica composto de 13 itens com questões abertas e fechadas, a fim de fornecer oportunidade de relatos sobre situações específicas (APÊNDICE D). O questionário foi aplicado por meio da plataforma digital *Googleforms* e enviado na forma de *link* eletrônico aos participantes por e-mail e/ou rede social e abordou as seguintes variáveis:

- Áreas de aplicação dos projetos;
- Referências conceituais e metodológicas;
- Complexidade tecnológica dos projetos;
- Composição das equipes;
- Competências e habilidades exigidas ou valorizadas;
- Processos de desenvolvimento adotados;
- Produtos principais gerados;
- Modos de interação com atividades de ensino e pesquisa;

- Limitações e dificuldades.

A identificação dos participantes e das instituições foi codificada por números e letras respectivamente. A análise dos dados se deu por meio do *software* Microsoft Office Excel® e BioEstat 5.0, sendo expressos por frequências simples e percentuais e representados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

5.6 Produção do aplicativo

A principal base conceitual para a criação do produto foi a teoria do ensino tecnológico que enfoca a produção tecnológica como processo de ensino, e não apenas o uso de tecnologias como recurso educacional (Lima; Azevedo, 2025; Nascimento-e-Silva; Costa, 2024). A organização do conteúdo relacionado às etapas de projeto foi fundamentada no modelo de processos e etapas de projetos tecnológicos em saúde (figura 14) (Alves; Falcão; Normando, 2022). As etapas originais do modelo estão descritas a seguir.

Figura 14- Modelo de etapas de projetos tecnológicos em saúde



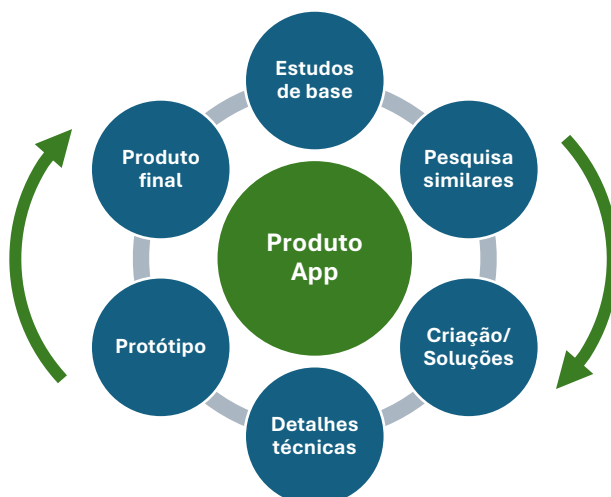
Fonte: Alves, Falcão e Normando, 2022.

- **Oportunidade de projeto:** Quando se percebe uma situação em potencial, demandas de mercado, setores de atuação e necessidades do público-alvo.
- **Definição do problema:** Consiste na identificação da problemática central que o produto busca solucionar, definindo objetivos, e prioridades para o projeto.

- **Pesquisa e análise de dados:** Levantamento de informações necessárias à definição de requisitos do projeto, como usabilidade e ergonomia, bem como informações sobre legislações, normas técnicas e pesquisa de similares.
- **Conceito e criação:** Tradução dos dados analisados em ideias de solução para o projeto, através de técnicas de criatividade como o *brainstorm*, permitindo a escolha das alternativas que melhor atendam aos objetivos do projeto.
- **Especificações técnicas:** Definição dos recursos e tecnologias necessários à execução do projeto, assim como, descrição de requisitos do produto relacionados a materiais, dimensões, ergonomia, funcionalidade e usabilidade.
- **Protótipo e avaliação:** Construção de modelos, e/ou protótipos para execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade para aprimoramentos e detecção de falhas no projeto.
- **Desenvolvimento final:** Construção de um protótipo funcional do produto para ser testado em situação e contexto real com usuários.
- **Reavaliação e feedback:** Acompanhamento a longo prazo do produto, buscando a retroalimentação e aprimoramentos.

A adaptação do modelo ao tipo de produto objeto do estudo resultou nas etapas de estudos de embasamento, pesquisa de similares, criação e alternativas de solução, especificações técnicas, construção do protótipo, e finalização do produto (figura 15).

Figura 15. Etapas de etapas de desenvolvimento do App



Fonte: Dados do estudo, 2024.

5.6.1 Estudos de embasamento

Os estudos de revisão de literatura, pesquisa de patentes e com grupos de pesquisa, descritos acima, forneceram bases informacionais para definir fatores gerais

e específicos da produção e aplicação de tecnologias na área em estudo, assim como. necessidades do público-alvo, conteúdo técnico, científico e pedagógico e requisitos do produto.

5.6.2 Pesquisa de similares

Para exploração de programas e aplicativos com funções similares no mercado, foi executada uma busca de registros no campo de “pesquisa de programa de computador” do INPI, na qual foram utilizadas as palavras-chave: “Fisioterapia”; “Fisioterapêutico”; “Fisioterapêutica”; “*Physiotherapy*”; “*Physical Therapy*” e “Reabilitação”, intercalados com operador OR, sendo adotado a restrição de data do depósito de 2013 a 2024. O termo “Reabilitação” foi adicionado a fim de incluir os achados referentes a aplicações na fisioterapia, porém não exclusivas desta especialidade.

A fim de estender a pesquisa a produções voltadas ao cenário educacional, foi realizada uma busca no repositório do Portal Educapes, com restrição do tipo de produto (aplicativo) com uso dos termos “Fisioterapia” e “Reabilitação” na busca. Os registros retornados foram acessados e identificados por temática de destinação.

5.6.3 Criação e alternativas de solução

O conteúdo do produto foi definido com base nos estudos iniciais e orientou a escolha de temas, conceitos e iconografias. As necessidades dos usuários e requisitos do projeto foram baseadas principalmente no estudo com grupos de pesquisa e nortearam as alternativas de solução considerando a estética, atratividade, interatividade, usabilidade, acessibilidade, abrangência aplicativa, dentre outros.

5.6.4 Especificações técnicas

Os requisitos do produto e as alternativas de solução adotadas orientaram as definições técnicas do Aplicativo como a plataforma operacional, linguagem de programação, estrutura geral, a localização e conteúdo dos menus, as principais telas e seus conteúdos, modos de interatividade e transição, funções básicas do aplicativo, modos de entrada de dados, e sistemas de armazenamento e segurança de dados.

5.6.5 Protótipo e finalização do produto

A partir das especificações técnicas definidas para o produto, utilizou-se inicialmente a plataforma GlideApps (www.glideapps.com) para construção de um

protótipo do aplicativo para testes de adequação estética e de conteúdo, usabilidade e funcionalidade.

Após os testes com o protótipo, foram definidos ajustes e adequações nas especificações do Aplicativo. Devido às limitações da plataforma utilizada a etapa de protótipo, optou-se por desenvolver uma nova versão do Aplicativo na plataforma *Android Studio 2024*, por meio de linguagem Java 22 e banco de dados *Firebase*.

Inicialmente, a plataforma de funcionamento do *Aplicativo* foi o sistema operacional para dispositivos móveis *Android*. As principais funcionalidades previstas, preliminarmente para o *Aplicativo* foram:

- Inserção de informações iniciais do projeto como título, área de atuação e tipo de produto esperado;
- Disposição e descrição das etapas de projeto;
- Descrição das ações necessárias e resultados esperados em cada etapa (pesquisa de mercado, definição de requisitos; detalhamento técnico, construção de protótipos, etc.);
- Inserção pelo usuário de informações geradas em cada etapa (dados de pesquisa, imagens, detalhamentos do projeto, etc.);
- Sugestão de soluções para problemas e dificuldades previstas nos dados do Aplicativo;
- Indicação dos meios de registro e proteção do produto gerado;
- Disponibilização de materiais de apoio como guias, ebooks, artigos etc. sobre o tema.

5.7 Validação do produto

Para a produção de tecnologias educacionais, é necessário promover a avaliação e validação por especialistas, visando a um processo participativo e inclusivo. O emprego de tecnologias educativas validadas outorga maior grau de confiabilidade ao processo de criação de recursos para aplicação em cenários de ensino-aprendizagem (Galdino *et al.*, 2019; Teixeira; Mota, 2011).

Após a construção e testes iniciais, o Aplicativo foi submetido ao processo de validação, com foco em aspectos pedagógicos e de conteúdo, visando obter informações e sugestões de aprimoramento, assim como autenticar o Aplicativo como um recurso de ensino e desenvolvimento tecnológico válido. Segue abaixo o esquema geral do estudo de validação (figura 16).

Figura 16. Esquema do processo de validação do produto



Fonte: Dados do estudo, 2025.

5.7.1 Seleção dos especialistas

No processo de validação foi enfatizada a diversidade de formação dos avaliadores, mantendo a uniformidade em relação à atuação no ensino em saúde e/ou produção tecnológica. Foram convidados 13 especialistas vinculados a Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e privadas do estado Pará e de outros estados do país, prioritariamente com formações relacionadas à reabilitação, tais como fisioterapia, terapia ocupacional e educação física que apresentaram pelo menos 2 dos seguintes critérios adaptados de Benevides *et al.* (2016):

- Experiência de ensino e/ou produção tecnológica em saúde há pelo menos 3 anos;
- Trabalhos publicados em revistas e/ou eventos sobre ensino e/ou inovação tecnológica em saúde;
- Especialidade Lato Sensu e/ou Stricto Sensu na área de ensino e/ou inovação tecnológica em saúde;
- Membro de sociedade na área de ensino e/ou inovação tecnológica em saúde.

5.7.2 Instrumento de validação

Nesta etapa foi utilizada uma adaptação do Questionário de Avaliação Pedagógica de *Aplicativo* Educacional utilizado por Barbosa, Belian e Araújo (2020) que abrange quatro domínios: pedagógico; conteúdo; apresentação, funcionalidade-usabilidade do sistema com 20 itens avaliados por uma escala tipo Likert com valoração de 1 a 4.

A adaptação do instrumento de validação consistiu na adequação de termos dos itens às características específicas do produto do estudo, mantendo a quantidade de 20 itens, distribuídos nos mesmos domínios da versão original. Ao final de cada

domínio, foi disponibilizado um espaço para comentários sobre os itens considerados, visando obter informações sobre ajustes e melhorias do produto (APÊNDICE E).

No domínio Pedagógico foram destacadas as aplicações do App na área temática, em relação ao objetivo e ao desenvolvimento de competências pelo público-alvo. O domínio Conteúdo, avalia clareza, relevância e adequação cultural do conteúdo teórico do produto principal e do material e produtos complementares. No domínio Apresentação, são observados os aspectos visuais, como diagramação, adequação de cores, ícones e textos. No domínio Funcionalidade e Usabilidade, considera-se aspectos de funcionamento, facilidade de compreensão e de uso, acesso e transição de telas.

5.7.3 Procedimentos de validação

Foi disponibilizado aos participantes, via *e-mail*, um *link* com o arquivo de instalação do aplicativo e instruções necessárias, e um *link* com o instrumento de validação, juntamente com o TCLE integrado em formato de formulário digital na plataforma *Googleforms*. As questões do formulário continham a descrição dos aspectos a serem observados no aplicativo de acordo com cada domínio avaliativo. Para facilitar e orientar o processo de validação, foi fornecido, o “Guia rápido do aplicativo” em arquivo *Portable Document Format* (PDF), contendo a estrutura de telas, conteúdos e principais funções do Aplicativo (App) (APÊNDICE F).

A análise quantitativa do grau de concordância entre os especialistas foi realizada por meio do Índice de Validade de Conteúdo (IVC). O IVC mede a proporção de especialistas que concordam com determinados aspectos do instrumento e seus itens. Empregou-se uma escala tipo Likert com valoração de 1 a 4, sendo que: 1= inadequado, 2= parcialmente adequado, 3= adequado, 4= totalmente adequado.

O escore do índice é calculado por meio da soma de concordância dos itens marcados com “3” ou “4”, devendo ser revisados os itens que receberam pontuação “1” ou “2”. O resultado de 0 a 100 do IVC é calculada pelo somatório das respostas consideradas adequadas (3 e 4), divididas pelo somatório total de respostas e multiplicados por 100 (Alexandre; Colucci, 2011). Um IVC aceitável deve ser de no mínimo 0,70 e preferencialmente maior que 0,80 (Yusoff, 2019). O ponto de corte do IVC adotado foi de 80%.

Para avaliar a confiabilidade e consistência interna do instrumento no processo de validação do produto, aplicou-se o teste de Coeficiente Alfa de Cronbach, sendo

coeficientes acima de 0,70 considerados bons e consistentes, enquanto valores próximos a 1 são considerados excelentes (Shavelson, 2009).

5.8 Aplicação avaliativa

Foi realizada uma aplicação avaliativa com foco em aspectos de usabilidade do sistema, objetivando simular as principais funcionalidades do aplicativo e medir a sua adequação na visão do público-alvo. Contou com a participação de 16 avaliadores compostos por usuários destinatários do Aplicativo, ou seja, docentes, alunos e profissionais envolvidos em grupos e equipes de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias em saúde. Segundo Nielsen (2000), com 15 avaliadores é possível identificar até 100% dos problemas de usabilidade existentes.

Figura 17. Esquema do processo de aplicação avaliativa do produto



Fonte: Dados do estudo, 2025.

Para guiar o processo de aplicação, foi elaborado um roteiro de aplicação e avaliação, apresentando as principais funções do aplicativo e simulando uma sequência completa de execução das principais funções do sistema (APÊNDICE G). O roteiro em arquivo PDF foi fornecido por *e-mail* aos participantes justamente com o *link* de instalação do App e do instrumento de avaliação com TCLE eletrônico integrado na plataforma *Googleforms*.

5.8.1 Instrumento de avaliação de usabilidade

Foi utilizado como instrumento a *System Usability Scale* (SUS) (APÊNDICE H), traduzida para o português como Escala de Usabilidade do Sistema, criada com o objetivo de fornecer uma mensuração das percepções sobre a usabilidade de um sistema (Silva *et al.*, 2021). O instrumento foi traduzido e adaptado transculturalmente para o português do Brasil por Lourenço, Carmona e Lopes (2022). O tamanho da amostra estipulada como suficiente para os objetivos do instrumento pelos idealizadores da escala SUS é de 12 participantes (Macedo *et al.*, 2023).

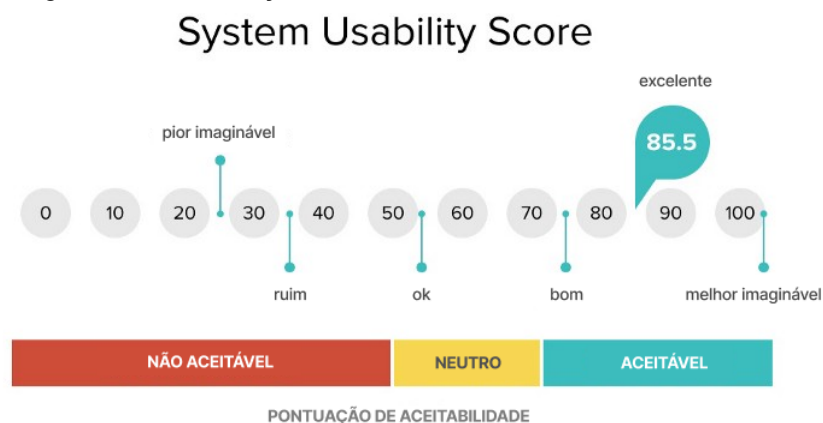
5.8.2 Análise dos dados

A escala SUS é composta por 10 itens e utiliza escala tipo Likert de cinco pontos para a valorização dos itens, sendo a menor pontuação referente a “discordo totalmente” e a maior, “concordo totalmente”. Para calcular a pontuação da escala SUS, nos itens 1, 3, 5, 7 e 9 a pontuação é a posição na escala menos um. Para os itens 2, 4, 6, 8 e 10, a pontuação é de 5 menos a posição na escala. Deve-se fazer um somatório das pontuações de cada item e multiplicar a soma das pontuações por 2,5 para obter o valor global da escala variando de 0 a 100 (Ferreira *et al.*, 2022).

Alternativamente, também se pode obter a pontuação total da escala somando a pontuação de todas as questões ímpares (questões 1, 3, 5, 7 e 9) e, em seguida, subtraindo 5 do total para obter (X). Em seguida, soma-se a pontuação total de todas as questões pares (questões 2, 4, 6, 8 e 10), e subtrai esse total de 25 para obter (Y). Soma-se, então a pontuação total dos novos valores (X+Y) e multiplica-se por 2,5.

O ranking original da escala SUS é dividido apenas em aceitável (igual ou acima de 68) ou não aceitável (abaixo de 68). Os escores obtidos no estudo foram analisados de acordo com o ranking de Bangor *et al.* (2009) que utiliza conceitos que variam entre “pior alcançável” (0-25), “ruim” (26-39), “aceitável” (40-52), “bom” (53-74), “excelente” (75-85), “melhor alcançável” (86-100) (figura 18). O teste estatístico de Mann-Whitney foi realizado para comparar os escores SUS entre usuários graduados (docentes e profissionais) e graduandos (alunos).

Figura 18. Classificação de escores de usabilidade da escala SUS



Fonte: Bangor *et al.*, 2009.

Os dados obtidos nos estudos de validação e de aplicação foram organizados, processados e analisados por meio dos programas Microsoft Office Excel®, BioEstat 5.0 e *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

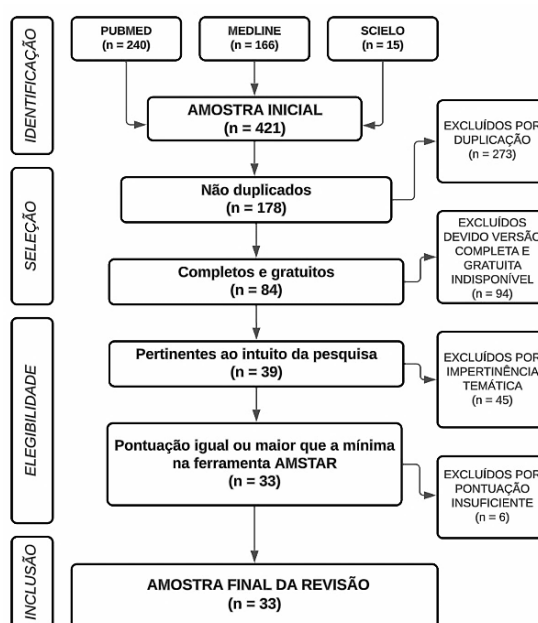
6.1 Estudo de revisão integrativa

Esta revisão reúne informações científicas abordando aplicações tecnológicas na área de fisioterapia e reabilitação, apresentando achados de grande interesse, incluindo estudos focados em diversas especialidades e variados tipos de tecnologias adotadas, com destaque para os recursos digitais.

A busca inicial obteve no total 421 resultados, sendo 243 excluídos por duplicação. Dos 178 artigos restantes, 94 foram excluídos por não estarem disponíveis em versão completa gratuita. Os 84 artigos restantes foram submetidos a leitura completa, sendo 45 destes excluídos por falta de pertinência com o tema da pesquisa, restando 39 artigos.

A próxima etapa foi a avaliação de qualidade, na qual foi obtida pontuação média de 11,47 ($\pm 1,36$) no AMSTAR. Apenas 6 artigos foram excluídos por não obterem a pontuação mínima, resultando em 33 artigos utilizados como amostra final do estudo, conforme o fluxograma abaixo. O esquema do processo de busca e seleção é mostrado na figura 19.

Figura 19. Esquema do processo de busca e seleção dos artigos

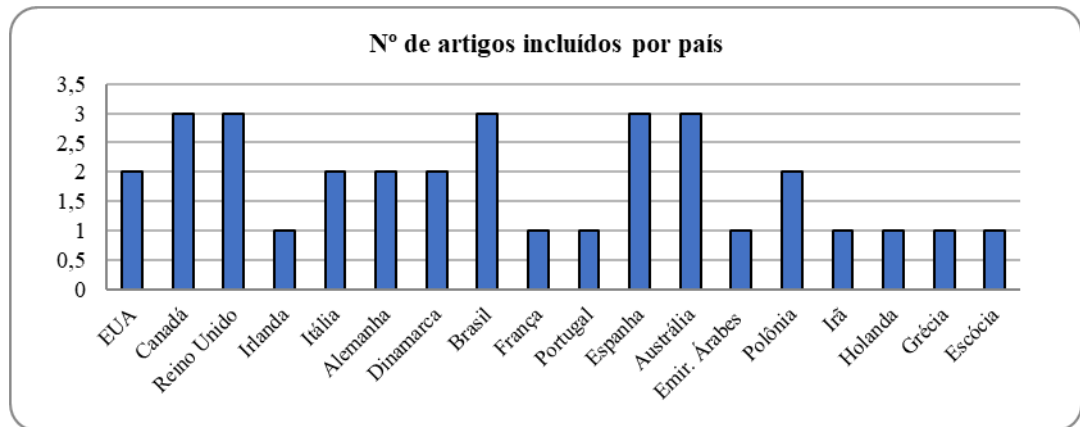


Fonte: Dados do estudo, 2023

Em relação ao local de origem dos estudos incluídos, destaca-se que 20 (60,6%) foram oriundos da Europa, seguido pela América do Norte com 5 (15,2%) publicações. A figura 20 apresenta a distribuição dos artigos incluídos entre os países

de origem. Na distribuição dos artigos pelo ano de publicação, obteve-se 12 (36,4%) entre 2020 e 2021, e 11 (33,3%) de 2022 a 2023. Sobre a área de aplicação dos estudos, 7 (21,2%) abordaram a reabilitação neurológica e 6 (18,2%) a área de saúde do idoso. A tabela 1 apresenta os dados gerais completos dos artigos incluídos.

Figura 20. Quantidade de estudos incluídos por país de origem



Fonte: Dados do estudo, 2023.

Tabela 1. Características gerais dos artigos incluídos no estudo (N: 33)

Região de origem		
	n	%
América do Norte	5	15,2
América do Sul	3	9,1
Europa	20	60,6
Oriente médio	2	6,1
Oceania	3	9,1
p < 0,0001*		
Ano de publicação		
	n	%
2016-2017	5	15,2
2018-2019	5	15,2
2020-2021	12	36,4
2022-2023	11	33,3
p = 0,04*		
Área de aplicação		
	n	%
Órtese/prótese	1	3,0
Saúde mental	1	3,0
Reab. musculoesquelética	4	12,1
Reab. pulmonar/cardiovascular	4	12,1
Saúde do idoso	6	18,2
Reab. Neurológica	7	21,2
Saúde da Mulher	3	9,1
Reumatologia	2	6,1
Queimaduras	1	3,0
Tecnologia em saúde	4	12,1
p = 0,18*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A respeito do tipo de tecnologia abordada nos 33 artigos analisados, 6 estudos (18,2%) foram relacionados com tecnologias de saúde em geral (*eHealth*), também 6

estudos abordaram tecnologias móveis (*mHealth*), e 5 (15,2%) tecnologias de telessaúde ou telereabilitação. Os resultados completos sobre classificação das tecnologias encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Classificação das tecnologias abordadas nos artigos incluídos no estudo (N: 33)

Tecnologia abordada		
	n	%
Sistemas de avaliação	4	12,1
Tecnologia de movimento	1	3,0
Tecnologia móvel (<i>mHealth</i>)	6	18,2
Dispositivos ortopédicos	1	3,0
Robótica	1	3,0
Tecnologia em saúde (<i>eHealth</i>)	6	18,2
Monitores de atividade física	3	9,1
Neuropróteses motoras	1	3,0
Telessaúde	5	15,2
Exoesqueletos	1	3,0
Realidade virtual/aumentada	3	9,1
Registros eletrônicos de saúde	1	3,0
p= 0,12*		
Classificação Merhy		
	n	%
Tecnologia Leve	1	3,0
Tecnologia Leve-dura	25	75,8
Tecnologia Dura	5	15,2
Tecnologia em Geral	2	6,1
p< 0,0001*		
Classificação Nietzsche		
	n	%
Tecnologia Educacional	11	33,3
Tecnologia Gerencial	2	6,1
Tecnologia Assistencial	17	51,5
Tecnologia não específica	3	9,1
p= 0,0003*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

De acordo com a classificação Merhy, 25 estudos (75,8%) estão relacionados com tecnologias leve-duras, 5 (15,2%) artigos abordaram tecnologias duras e 1 (3,0%) tecnologias leves. 6,1% dos estudos abordaram tecnologias de forma abrangente, sendo classificadas como “tecnologia em geral”.

Segundo a classificação de Nietzsche, foram encontrados os seguintes resultados: 17 (51,5%) relacionado com a tecnologia assistencial, 11 (33,3%) com tecnologia educacional, e 2 (6,1%) tecnologia do tipo gerencial. Em relação a esta classificação, 3 (9,1%) estudos abordaram tecnologias não abrangidas pela classificação, sendo aqui apontadas como “tecnologia não específica”.

Algumas características metodológicas dos estudos incluídos são apresentadas na tabela 3. Podemos destacar que, em relação ao tipo de estudo, 18 (54,5% consistiram em revisões sistemáticas simples e 12 (36,4%) em revisões

sistemáticas com metanálise. Sobre o objetivo geral das pesquisas, 15 estudos (45,5%) foram descritos como exploração tecnológica (sem enfoque direto na intervenção clínica); 8 (24,2%) estudos de eficácia (intervenção clínica sem controle) e 10 (30,3%) estudos de eficácia comparada (intervenção clínica com controle).

Tabela 3. Características metodológicas dos estudos incluídos (N: 33)

Tipo de estudo		
	n	%
Revisão sistemática	18	54,5
Rev. Sist. + Metanálise	12	36,4
Revisão de escopo	3	9,1
p= 0,0025*		
Objetivos		
	n	%
Eficácia	8	24,2
Eficácia comparada	10	30,3
Exploração tecnológica	15	45,5
p= 0,32*		
Método de análise		
	n	%
Metanálise	12	36,4
Síntese narrativa	13	39,4
Outros	3	9,1
Não informado	5	15,2
p= 0.02*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quanto aos resultados obtidos nos 18 estudos focados na eficácia e eficácia comparada das tecnologias, destaca-se que 11 (61,1%) apresentaram efeito positivo (melhora clínica em relação ao controle adotado); 2 (11,1%) efeito negativo (efeito inferior ao controle); e 5 (27,8%) efeito inconclusivo. Entre os 12 estudos que realizaram metanálise dos dados, apenas 4 estudos relataram resultados estatisticamente significativos, 3 estudos referiram resultados não significativos; e 5 resultados indeterminados em relação à significância.

O fato da maioria dos estudos ser proveniente da Europa demonstra a priorização das tecnologias em saúde neste bloco geográfico, apesar da tendência observada de despolarização, com produções provenientes da América do Sul e do Oriente Médio. A saúde representa uma área de geração de tecnologias onde a definição de agendas concentra-se principalmente nos países desenvolvidos, e atende principalmente populações com maior poder aquisitivo (Urti; Soares; Vargas, 2019).

Um exemplo desta disparidade é apresentado por aplicativos de combate à incontinência urinária, desenvolvidos no Brasil, apresentarem menor confiabilidade

em comparação com outros para treinamento muscular pélvico, oriundos da Nova Zelândia, os quais apresentaram um maior escore de qualidade. Essa variação ocorre devido a diversos fatores, principalmente pelo maior investimento em pesquisas nos países desenvolvidos. (Dantas *et al.*, 2021).

Observando a distribuição das publicações ao longo do recorte temporal, percebe-se um notável aumento na quantidade de artigos nos anos de 2020 e 2021, coincidindo com o início da pandemia do COVID-19 e as medidas restritivas provenientes. Mesmo nos anos seguintes, com o relaxamento do isolamento, o ritmo se manteve, demonstrando que a abordagem tecnológica na área de Fisioterapia torna-se um tema consolidado.

Em relação à área de aplicação dos estudos incluídos, verificou-se a prevalência das aplicações em reabilitação neurológica e temas relacionados à saúde do idoso, o que demonstra a importância da produção tecnológica nestas áreas, devido, entre outros fatores, aos altos custos e longa duração dos cuidados de saúde e reabilitação nestas populações.

Estudos realizados em países de alta renda mostraram benefícios a curto prazo em alguns desfechos funcionais, além da segurança e aceitabilidade da tecnologia para reabilitação e monitoramento remotos. O uso da tecnologia móvel para monitoramento remoto pode melhorar o acesso a profissionais de saúde, especialmente para a população idosa que depende de familiares para acesso ao hospital ou à clínica de Fisioterapia (Girotra, et al, 2025).

A intervenção de aplicativos móveis em doenças do sistema nervoso central apresenta evidências de eficácia, o que possibilita um melhor monitoramento desses pacientes, obtendo resultados significativos quanto à melhora no âmbito das reabilitações física e cognitiva. A terapia robótica se mostrou particularmente eficaz no tratamento de pacientes com sequelas de acidente vascular cerebral, sendo o objetivo mais importante para estes pacientes recuperar a autonomia da marcha, o que foi mais facilmente alcançado por meio da terapia robótica eletromecânica (Triantafyllidis et al., 2023; Carpino et al., 2018).

Em uma das revisões incluídas, ressalta-se que os exoesqueletos vestíveis são um exemplo de dispositivos que permitem a interação ativa do paciente na reabilitação da marcha, pesquisas relacionadas a esses equipamentos vêm crescendo significativamente nos últimos anos, pois possibilitam auxiliar os pacientes de forma ativa (Rodríguez-Fernandéz; Lobo-Prat; Font-Llagunes, 2021).

Os recursos tecnológicos abordados na maioria dos estudos foram relacionados a aplicações digitais de saúde em geral, que assumiram, nos últimos anos, a denominação *eHealth*, referindo-se a diversas aplicações tecnológicas em contextos de saúde (Molina *et al.*, 2021). Tais estudos partem da possibilidade de integrar padrões de atividades em interfaces facilitadoras no manejo de informações, o que otimizaria a gestão e o planejamento de estratégias de intervenção em saúde.

Outro destaque verificado se trata das tecnologias móveis ou *mHealth*, que são recursos intermediados por plataformas de realidade virtual e dispositivos digitais móveis (smartphones ou tablets). Frisa-se a possibilidade de utilização das *mHealth* na detecção precoce de demandas em saúde, por exemplo, por meio de questionários e *softwares* de monitoramento clínico em pacientes hospitalizados (Andreotti *et al.*, 2021).

Também merecem atenção os estudos que exploram a telessaúde ou telereabilitação como meio de abordagem, alternativas que esboçam a quebra do paradigma acerca da necessidade do contato presencial entre terapeuta e paciente. A telessaúde de ponta otimiza a terapia de exercícios domiciliares e a qualidade de vida em pessoas com doença pulmonar crônica estável, superando grupos sem terapia e assemelhando-se a grupos em atendimento ambulatorial/hospitalar ou domiciliar (Bonnevie *et al.*, 2021).

No ensaio clínico de Chung *et al.* (2025), um programa de reabilitação pulmonar baseado em aplicação de smartphone melhorou os desfechos clínicos, incluindo qualidade de vida, atividade física e dispneia, em pacientes com doenças respiratórias crônicas. A notoriedade dessas abordagens aponta um crescente interesse em formas remotas de assistência, tendo em vista que, além de desafogar os sistemas de saúde, pode reduzir custos em redes de acolhimento físicas. Conforme revisão de Zischke *et al.* (2021), devido à pandemia do COVID-19, os atendimentos fisioterapêuticos ficaram limitados, ensejando o fomento de ferramentas de telessaúde, com evidências de alta aceitação e efetividade no atendimento.

Nesse sentido, é pertinente citar a Resolução nº 516 do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), de 20 de março de 2020, a qual dispõe sobre teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria, enfatizando a autonomia e a independência do profissional na determinação dos atendimentos que podem ser acompanhados à distância:

A Teleconsulta consiste na consulta clínica registrada e realizada pelo Fisioterapeuta ou Terapeuta Ocupacional à distância. O Telemonitoramento consiste no acompanhamento à distância, de paciente atendido previamente de forma presencial, por meio de aparelhos tecnológicos - **preservando e desburocratizando o vínculo profissional-paciente**. Nesta modalidade o Fisioterapeuta (...) deve decidir sobre a necessidade de encontros presenciais para a reavaliação, (...). A Teleconsultoria consiste na comunicação registrada e realizada entre profissionais, (...), com o fim de esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relativas ao processo de trabalho (grifo nosso).

A maior ocorrência de tecnologias leve-duras na classificação de Merhy corrobora com o estudo de Gonçalves *et al.* (2020) no qual se identificou a prevalência de tecnologias leve-duras relacionadas ao manejo de complicações no membro superior pós-cirurgia do câncer de mama. O fato da maioria dos estudos abordarem tecnologias assistenciais na classificação de Nietzsche aponta para ênfase nas aplicações tecnológicas voltadas a intervenções de fisioterapia e reabilitação.

A ênfase assistencial das tecnologias também se verifica no objetivo dos estudos que, na sua maioria, focaram na eficácia dos recursos, abrangendo estudos controlados e não controlados. Destaca-se o estudo que comprova o benefício das tecnologias da informação e comunicação à distância no treinamento de equilíbrio em idosos, reduzindo, consequentemente, os riscos de quedas (Gaspar; Lapão, 2021).

Cabe destacar que a maioria dos estudos sobre aplicação clínica obtiveram resultados positivos em relação aos efeitos e à eficácia das tecnologias, mesmo levando em consideração a grande variabilidade metodológica. Como exemplo, cita-se o estudo acerca da reabilitação do equilíbrio assistida por tecnologia em indivíduos com lesão medular, envolvendo plataformas de força e treinadores de marcha robóticos (Lorusso *et al.*, 2022). Porém, deve-se frisar que a maioria destes estudos não relataram resultados estatisticamente significativos.

Os dados analisados reiteram o potencial de aplicabilidade dos recursos tecnológicos na área de fisioterapia e reabilitação, com destaque dos meios eletrônicos e digitais, como a realidade virtual e os aplicativos móveis, assim como os recursos de telereabilitação. Um recorte dessa realidade é a pesquisa em que a realidade aumentada, aliada a terapias convencionais, mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio e da marcha de parkinsonianos, ainda que se considere a falta de homogeneidade nas intervenções (Vinolo *et al.*, 2021).

Segundo dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, as

tecnologias emergentes relacionadas à reabilitação, notadamente à mobilidade, vêm se beneficiando do uso de componentes digitais como sensores, inteligência artificial, neuropróteses avançadas, auxiliares avançados de marcha, cadeiras de rodas avançadas, exoesqueletos e outras tecnologias facilitadoras (WIPO, 2021).

Diversos recursos abordados nos estudos podem ser caracterizados como Tecnologia Assistiva (TA), apesar do termo não ser adotado em grande parte das publicações. Os dispositivos de TA constituem um importante fator de intervenção ambiental na edificação do quadro de saúde, visando adaptar as atividades de vida diária de indivíduos às suas demandas específicas (Imamura, 2019; Varela; Oliver, 2013).

As limitações nesta revisão, apontam o alcance das buscas, tais como bases de dados acessadas, refinamento das palavras-chave, assim como, o sentido geral da exploração do tema, o que limitou o aprofundamento em áreas específicas. Deve-se destacar, também, uma limitação sobre a possível perda de inclusão de estudos devido aos critérios adotados, como o grande número de estudos excluídos indisponibilidade em versão completa. Ressalta-se, porém, que os critérios metodológicos da revisão visam garantir a qualidade dos estudos incluídos e preservar a propriedade das análises.

As implicações práticas do estudo apontam que produtos educacionais voltados a processos tecnológicos em fisioterapia poderão alcançar maior inserção nas áreas de reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como destacar aplicações para dispositivos móveis e recursos de telessaúde, representando uma adaptação ao atual mundo digital.

Os resultados deste estudo foram publicados no artigo intitulado “Aplicabilidade de tecnologias na área de fisioterapia e reabilitação: revisão integrativa”, disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9206.2025v18e13031> (ANEXO D).

6.2 Pesquisa de patentes

Os resultados do estudo apresentam dados referentes à distribuição temporal e geográfica dos depósitos de patentes no INPI, natureza dos depositantes e classificação dos registros em relação à codificação internacional e à descrição do tecnológica do produto na área de fisioterapia e reabilitação. A análise dos resultados buscou identificar e discutir padrões de evolução e distribuição dos registros, constituição dos agentes, e caracterizar o panorama de tecnologias registradas em

relação ao nível de complexidade dos sistemas, e seus contextos científicos, técnicos e sociais.

Foram obtidos, na busca avançada de patentes, 364 resultados de registros para os códigos utilizados no período delimitado. Foram excluídos 164 registros por impertinência temática, resultando em 200 registros de patentes com aplicação confirmada em fisioterapia e reabilitação.

Em relação à quantidade de depósito nos anos abrangidos no estudo (figura 21), observou-se uma maior concentração nos anos de 2017, com 30 registros, a 2020 com 25, com destaque para o ano de 2019 onde foram encontrados 40 depósitos, representando 20%, sendo o ano mais expressivo no recorte temporal ($p < 0,0001$).

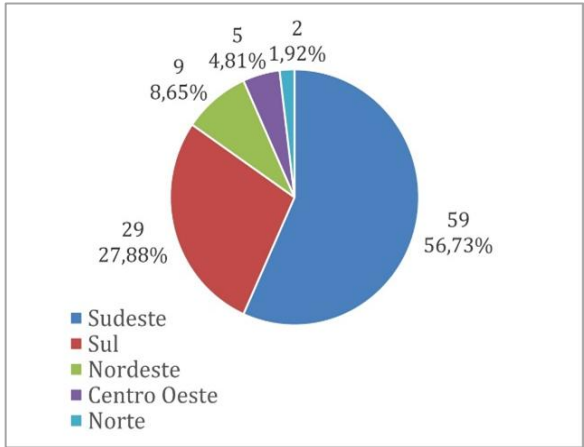
Figura 21. Quantidade de depósito por ano de abrangência do estudo



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

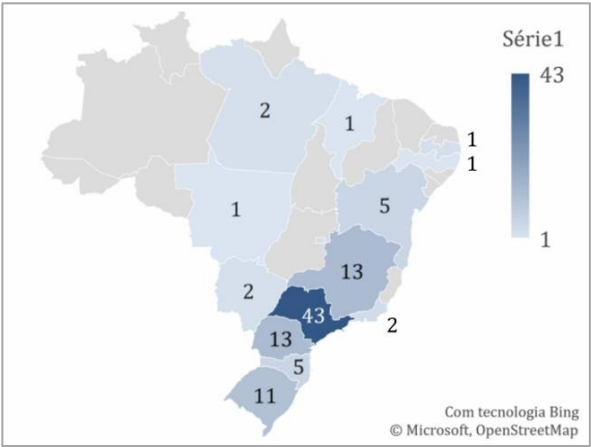
Dentre os resultados obtidos em relação ao país de origem, 104 (52%) registros foram provenientes de depositantes nacionais e 96 (48%) de depositantes internacionais. Dentre os registros de origem estrangeira, Estados Unidos foi o país que mais se destacou com 46 (23%), seguido da Itália com 7 (3,5%).

Figura 22. Depósito por regiões do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Figura 23. Depósito por estados do Brasil

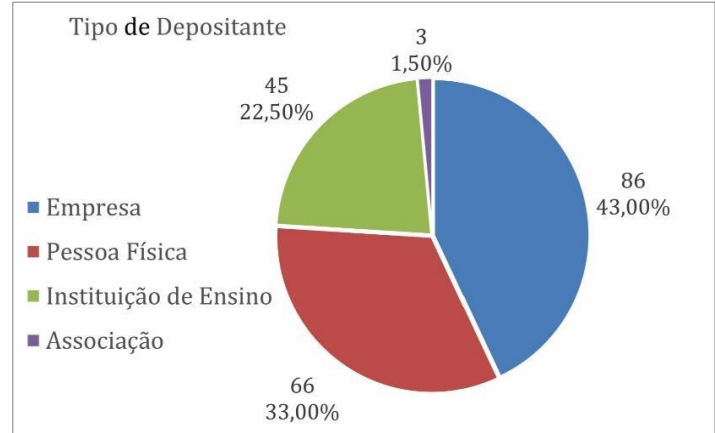


Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Quanto aos depositantes brasileiros, concentra-se a maioria (56,73%) na região Sudeste do país, seguida pela região Sul com 27,88% dos depósitos, e a região Norte menor número de registros com apenas 2 (1,92%) depósitos ($p < 0,0001$). Entre os estados, destaca-se São Paulo com 43 dos 104 pedidos (41,35%), Minas Gerais e Paraná com 13 (12,50%) registros cada (figuras 22 e 23).

Os depositantes dos pedidos de patente foram classificados nas seguintes categorias (figura 24): empresa com 86 registros (43%), pessoa física com 66 (33%), instituição de ensino com 45 (22,5%) e associação com 3 registros (1,5%).

Figura 24. Quantidade de depósito por tipos de depositantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

No que diz respeito às áreas de aplicação, destacam-se os registros relacionadas à aplicação geral, com 45 registros (22,5%), seguidas de 40 (20%) da área de traumatismo-ortopedia, 27 registros referentes à tecnologia assistiva (13,5%) e 20 (10%) relacionados à fisioterapia respiratória (tabela 4).

Tabela 4. Distribuição dos registros por áreas de aplicação

Área de aplicação	n	%
Aplicação geral	45	22,50
Traumatismo-ortopedia	40	20,00
Tecnologia assistiva	27	13,50
Respiratória	20	10,00
Neurofuncional	20	10,00
Cardiovascular	14	7,00
Dermatofuncional	10	5,00
Outros	9	4,50
Saúde da mulher	4	2,00
Treinamento físico	4	2,00
Saúde da criança	2	1,00
Pesquisa científica	2	1,00
Saúde do Idoso	2	1,00
Terapia Complementar	1	0,50
Total	200	100,00
Teste G	p < 0,0001	

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Em relação à classificação dos registros de acordo com os códigos IPC, 46 (23%) registros são descritos como “Aparelhos para exercícios passivos”, 33 (16,5%) como “Dispositivos de massagem”, e 21 (10,5%) como “Aparelhos de auxílio da locomoção”. Outra classificação dos registros foi realizada com base na descrição dos produtos registrados, na qual se obteve 47 registros (23,5%) referentes a aparelhos para cinesioterapia, 22 (11%) sobre dispositivos de massagem, 16 (8%) aparelhos de auxílio à locomoção, e 15 (7,5%) aparelhos de ultrassom (tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Distribuição dos registros por classificação IPC

Classificação (IPC)	n	%
Aparelhos para exercícios passivos	46	23,00
Dispositivos de massagem	33	16,50
Aparelhos de auxílio da locomoção	21	10,50
Aparelhos de fortalecimento	17	8,50
Terapia por ultrassom	16	8,00
Dispositivos para sistema respiratório	10	5,00
Sistemas de avaliação/diagnóstico	10	5,00
Eletroterapia e seus circuitos	8	4,00
Outros	7	3,50
Aparelhos de aquecimento/resfriamento	6	3,00
Aparelhos de vibrações mecânicas	6	3,00
Matéria não abrangida	6	3,00
Terapia por radiação	5	2,50
Magnetoterapia	3	1,50
Aparelhos ortopédicos	3	1,50
Processamento de dados de saúde	2	1,00
Material educacional	1	0,50
Total	200	100,00
Teste G	p< 0,0001	

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Tabela 6. Distribuição dos registros por descrição de tecnologia

Descrição da tecnologia	n	%
Aparelhos p/ cinesioterapia	47	23,50
Dispositivos p/ massagem	22	11,00
Aparelhos de auxílio da locomoção	16	8,00
Aparelhos de ultrassom	15	7,50
Sistemas de Avaliação	12	6,00
Aparelhos de eletroterapia	11	5,50
Dispositivos de vibrações terapêuticas	11	5,50
Outros	11	5,50
Aparelhos ortopédicos	10	5,00
Exoesqueleto	9	4,50
Dispositivos de respiração artificial	8	4,00
Incentivadores respiratórios	7	3,50
Aparelhos de termoterapia	6	3,00
Dispositivos vestíveis	6	3,00
Terapia por irradiação	5	2,50
Dispositivos de robótica	3	1,50
Tecnologia Educacional	1	0,50
Total	200	100,00
Teste G	p< 0,0001	

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

O pico de registros de depósitos em 2019 nas áreas consultadas, coincide com o período imediatamente anterior ao início do quadro de pandemia do COVID-19, sendo verificada uma intensa redução nos registros após esse período. Isso demonstra que, no Brasil, os agentes envolvidos na produção dos objetos de patentes na área de fisioterapia e reabilitação foram fortemente impactados na pandemia.

Em comparação com a realidade mundial, em uma base de patentes internacional, houve um pico de depósitos em 2021 com 41.221 registros na área de aparelhos e dispositivos de fisioterapia, em pleno ápice das medidas de cuidado e restrição da pandemia, o que demonstra que países como China e Estados Unidos, potencializaram pesquisas e produções tecnológicas neste período (WIPO, 2024).

A verificação de que uma parcela expressiva dos depósitos provém de origem estrangeira, sendo em sua maioria dos Estados Unidos, pode ser explicada, em parte, pela análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil, que revela que o sistema de patente brasileiro tem uma participação expressiva de depositantes estrangeiros, que representaram um total de 13% das patentes concedidas em todas as áreas setoriais de biotecnologia (Florêncio *et al.*, 2020).

Os resultados da distribuição dos registros por estados reiteram o que foi revelado pelo índice FIEC (Federação das Indústrias do Estado do Ceará), realizado em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) em 2021: São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul lideram a inovação tecnológica em território brasileiro, enquanto estados das regiões Norte e Nordeste assumem as últimas classificações da pesquisa que avalia aspectos de competitividade global, intensidade tecnológica, propriedade intelectual, produção científica e empreendedorismo (CNN Brasil, 2021).

A nítida discrepância entre os estados integrantes das regiões Sul/Sudeste e os estados da região Norte reforça as complexas desigualdades regionais no Brasil. Tais diferenças se verificam tanto no que se refere a construção de um ambiente que possibilite o desenvolvimento de práticas inovadoras quanto no alcance de resultados das produções. Pode-se inferir que o processo de inovação nos estados brasileiros está fortemente relacionado ao processo de formação de capital humano, da qualidade da infraestrutura e do investimento em ciência e tecnologia (Rodrigues, *et al.*, 2021).

Em nível mundial, uma pesquisa de prospecção tecnológica de processos e equipamentos para reabilitação fisioterapêutica, compreendida entre 2006 e 2016,

mostrou que a China e os Estados Unidos são os dois principais países de depositantes de tecnologias nesta área, destacando-se o Brasil na América do Sul como único país a possuir tecnologias protegidas nesta área no mesmo período (Silva *et al.*, 2017). A realidade de produção tecnológica brasileira, mesmo que em crescimento, ainda assume um ritmo lento e desproporcional às suas capacidades, o qual sujeita o Brasil à 49ª classificação no Índice Global de Inovação (IGI), publicado em 2023, liderando apenas na América Latina e Caribe (WIPO, 2023).

A participação das universidades no período pesquisado sugere investimentos reduzidos em tecnologias de saúde em todos os níveis de formação, o que abre espaço para pessoas físicas e empresas de fim comercial liderarem o setor. O fato observado está atrelado à realidade brasileira, em que instituições de ensino públicas possuem fomento tecnológico limitado pelas verbas federais, o qual limita o processamento de bolsas e projetos de produção e inovação científica no país (UTFPR, 2023).

De Oliveira *et al.* (2022) observou em estudo de revisão que a maioria da literatura que trata da transferência de tecnologia da universidade para a sociedade, enfatiza o governo nessa relação, mas em raros casos, outros constituintes do sistema de inovação, como empresas públicas, organizações não-governamentais e a própria sociedade. O referido estudo aponta também barreiras referente aos problemas de incentivos aos pesquisadores para atividades ligadas à inovação tecnológica, que envolve a percepção de que o sistema de reconhecimento de carreiras priorizaria a publicação de artigos em detrimento de atividades tecnológicas.

Apesar dos esforços apresentados pelas instituições científicas, tecnológicas e de inovação, representados sobretudo por Universidades e Institutos Federais, ainda é necessário estimular e desenvolver uma maior parceria entre estas instituições e as empresas, ampliando o sistema de Inovação ao mobilizar os sistemas produtivos e inovadores para o desenvolvimento social. Criar um ambiente industrial mais diversificado, célere e seguro representa um passo importante para viabilizar uma interface entre as universidades, as empresas e a sociedade (Matos, *et al.*, 2019).

Em estudo sobre motivações e barreiras ao processo de patentear no Brasil, Dilascio, Diniz e Mendonça (2023) apontam que, em relação à motivação, o benefício à sociedade por meio de novos produtos ou técnicas advindas das patentes, melhorando a qualidade de vida da população, foi um dos fatores motivacionais indicados como relevantes na pesquisa. A obtenção de recursos financeiros para a

pesquisa, como bolsas para alunos, melhorias em laboratórios, equipamentos e insumos, dentre outros, associados à obtenção de benefícios pessoais, como melhoria na reputação do pesquisador e reconhecimento acadêmico, também foram considerados fatores relevantes.

A grande frequência de registros relacionadas à aplicação geral reflete a pouca especificidade dos produtos, além da importante incidência de áreas como a traumatologia ortopedia e da tecnologia assistiva, área de crescimento recente. A diminuta parcela de registros dedicados a áreas mais específicas da fisioterapia, como a saúde do idoso, da mulher e da criança, delineia a carência de interesse e produção científica direcionada a tais grupos, buscando-se explorar áreas mais gerais e de aplicação vasta em comparação a grupos etários ou de gênero restritos.

A grande incidência de registros codificados como “dispositivos de massagem” pode significar a concentração na produção de tecnologias de baixa complexidade, devido a possíveis fatores como restrições de investimentos na área. Essa avaliação também pode ser verificada pela baixa verificação de registros com códigos relacionados à processamento de dados de saúde, incluindo produtos com aplicação no suporte e gerenciamento digital dos serviços.

Também é preciso frisar a ocorrência de inadequações e incoerências no sistema de codificação em relação à destinação de produtos de fisioterapia ou de reabilitação. A classificação dos produtos com base na descrição dos depósitos forneceu um resultado em parte diverso do observado na classificação pelos códigos IPC, sendo maior a incidência referente a aparelhos para cinesioterapia. É válido ressaltar também a quantidade expressiva de registros de dispositivos de auxílio da locomoção e de aparelhos de ultrassom.

Os profissionais da reabilitação, por meio do uso de diferentes tecnologias podem alcançar um melhor aproveitamento das intervenções propostas para os usuários. Dessa forma, a tecnologia pode proporcionar melhor controle da intensidade, dosagem, consistência e resultados dos exercícios, fatores que não podem ser alcançados se a tecnologia não atingir a real eficácia necessária para garantir qualidade e segurança do cuidado (Luvizutto; De Souza, 2022; Stein; Costa; Gelbcke, 2023).

Mesmo em menor número é importante destacar a presença de registros de produtos que exigem maior complexidade tecnológica como exoesqueletos e dispositivos de robótica, ainda que uma parcela considerável destes seja proveniente

de depositantes estrangeiros. Podemos destacar registros nacionais, como um sistema exoesquelético multieixos de reabilitação funcional e postural assistido por servomotores e transdutores lineares (Maki; Fortulan; Purquerio, 2024); e uma estrutura robótica aplicada para reabilitação do membro superior (Gonçalves; Alves; D'carvalho, 2020).

A maioria dos registros associados à mobilidade e locomoção analisados no estudo apresentam tecnologia convencional e sem componentes digitais, como andadores, órteses passivas e aparelhos de transferência de pacientes. Um exemplo é o registro de um andador adaptado para superar obstáculos, que consiste em dispositivo de auxílio da locomoção de pessoas com limitações físicas, com foco principal na subida e descida de escadas (Pinzon *et al.*, 2021).

Segundo o Relatório de Tendências Tecnológicas 2021 da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, as tecnologias de mobilidade emergentes vêm se beneficiando do uso de sensores avançados, inteligência artificial e outras tecnologias facilitadoras, evoluindo para se tornarem inteligentes, intuitivas e mais confiáveis. Dentre as tecnologias relacionadas no relatório temos neuropróteses avançadas, auxiliares avançados de marcha, cadeiras de rodas avançadas e exoesqueletos (WIPO, 2021).

Dada a complexidade dos sistemas de robótica aplicados à reabilitação e devido a requisitos de segurança do paciente, existem muitos desafios de design ainda não resolvidos ou a melhorar. Alguns exemplos são as dimensões e portabilidade do sistema robótico de reabilitação, o controle deste sistema para aumentar a eficiência, a segurança e conforto do usuário (Pană; Popescu; Rădulescu, 2023).

A escassez de registros de tecnologias baseadas em sistemas complexos como robótica e exoesqueletos no Brasil pode ser explicado pela necessidade de importação de dispositivos utilizados em tais produtos, elevando custos e investimentos na produção dessas estruturas. A morosidade na apreciação dos depósitos de patente pelo INPI, os custos associados e a redução, desde 2015, dos investimentos em ciência, tecnologia, desenvolvimento e inovação, também, constituem fatores que podem desestimular a proteção legal das invenções no país. Criam-se, assim, obstáculos para a evolução tecnológica e ao desenvolvimento econômico-social do país (Barreto Netto, *et al.*, 2023).

Percebe-se pela análise dos resultados do presente estudo a complexidade do panorama de produção e inovação tecnológica em saúde no Brasil, especificamente na área de fisioterapia. Para que os sistemas de inovação sejam eficientes e atendam os propósitos de potencializar regiões e fomentar o processo de inovação, é necessária a participação de diversos setores que, por meio da união de competências e de conhecimento, possam desenvolver projetos inovadores na busca de maior competitividade econômica e benefícios para a sociedade (Sirtulli; Zanella, 2024).

Em relação às tecnologias médicas, incluindo aquelas direcionadas à fisioterapia, é necessário considerar os determinantes tecnológicos e sociais, de modo a possibilitar uma visão sistêmica do processo e das políticas de inovação do país. Deste modo, a integração de diferentes setores da economia se faz necessária, a fim de alinhar as demandas atuais da sociedade com as possibilidades de inovações na área da saúde (Goes; Munhoz; Akkari, 2023).

Algumas limitações do estudo dizem respeito ao mecanismo de busca adotado baseado nos códigos IPC que pode apresentar diversas inconsistências de registros, podendo levar a perda de achados e erros de classificação, o que pode ser verificado pelo grande número de registros excluído do estudo por incoerência temática. Os resultados deste estudo foram publicados no artigo intitulado “Análise tecnológica de registros de patentes na área de fisioterapia e reabilitação no Brasil”, disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/18475> (ANEXO E).

6.3 Estudo com grupos de pesquisa

A investigação acerca da produção tecnológica na área de fisioterapia e reabilitação por grupos de pesquisa possibilitou visualizar, por meio da análise do perfil e das produções dos grupos, as categorias de produtos gerados, relações com atividades de ensino, dificuldades e desafios, e consequentemente, esboçar perspectivas nesse setor de pesquisa e produção tecnológica em saúde.

Foram obtidos 72 resultados na consulta parametrizada de grupos de pesquisa brasileiros na área de tecnologia em fisioterapia e reabilitação, sendo que 8 achados foram excluídos por retorno duplicado ou por pertinência temática, resultando em 64 grupos incluídos na amostra do estudo. A maioria (90,6%) dos grupos foi criada em 2023, ao passo que 4 (6,2%) foram registrados em 2024 e apenas 2 em 2022 (3,1%). Em relação ao tipo de instituição de origem, identificou-se uma prevalência de

instituições públicas, com 52 grupos (81,2%), enquanto as iniciativas privadas contabilizaram 12 (18,7%).

Em relação à região, 23 grupos (35,9%), são provenientes do Sudeste, seguido da região Sul, com 14 grupos (21,9%). As regiões Nordeste e Centro-Oeste se assemelham na distribuição com, respectivamente, 12 (18,8%) e 11 (17,2%) grupos. Por último, temos a região Norte, com apenas 4 (6,3%) grupos. Quanto aos estados, São Paulo apresentou maior porcentagem, com 13 grupos (20,30%). Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina também apresentaram resultados significativos, com 15,6%, 10,9% e 9,3%, respectivamente. O estado de Minas Gerais, assim como o Distrito Federal, contabilizou 5 grupos (7,8).

Nas áreas predominantes, as ciências da saúde assumiram grande destaque, com 43 grupos (67,1%). Em seguida, a área de engenharia apresentou 8 grupos (12,5%) e a de ciências exatas e da terra, 5 grupos (7,8%). As três áreas restantes, de ciências sociais aplicadas, humanas e biológicas, contabilizaram juntas 8 grupos (12,3%). Dados gerais dos grupos na tabela 7.

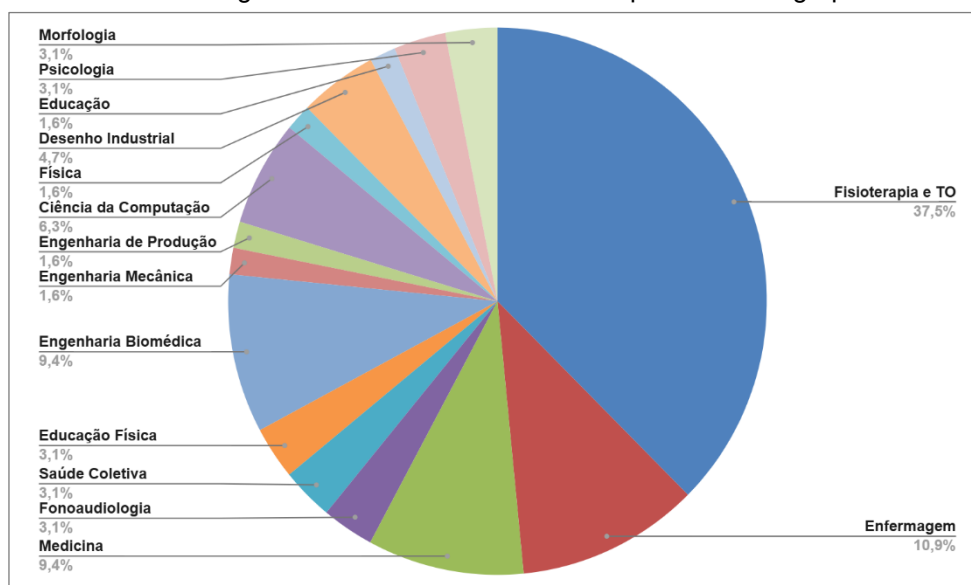
Tabela 7. Características básicas dos grupos de pesquisa (N: 64)

Tipo de instituição de origem		
	n	%
Pública	52	81,25
Privada	12	18,75
	p< 0.0001	
Região brasileira		
	n	%
Sudeste	23	35,90
Sul	14	21,90
Nordeste	12	18,80
Centro-Oeste	11	17,20
Norte	4	6,30
	p= 0.0011	
Área predominante		
	n	%
Ciências da Saúde	43	67,19
Engenharias	8	12,5
Ciências Exatas e da Terra	5	7,81
Ciências Sociais Aplicadas	3	4,69
Ciências Humanas	3	4,69
Ciências Biológicas	2	3,13
	p< 0.0001	
Total	64	100

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sobre as áreas específicas dos grupos, a de fisioterapia e terapia ocupacional apresentou grande relevância, totalizando 24 grupos (37,5%), seguida pelas áreas de enfermagem (10,9%), medicina (9,4%) e engenharia biomédica (9,4%).

Figura 25. Percentual das áreas específicas dos grupos



Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Dentre os 64 grupos, 17 representantes responderam ao questionário de pesquisa de produção tecnológica. Em relação às principais áreas de atuação, cada grupo teve a possibilidade de marcar mais de uma categoria, o que totalizou 28 respostas. Dentre elas, destacaram-se as áreas de tecnologia assistiva, com 7 grupos (25%), e de neurofuncional, com 6 respostas (21,43%). Além disso, as áreas de respiratória, saúde do idoso e saúde da criança contabilizaram 2 respostas cada (7,14%), conforme tabela 8.

Tabela 8. Distribuição das áreas de atuação dos grupos

Principal área de atuação		
	n	%
Tecnologia Assistiva	7	25,00
Neurofuncional	6	21,43
Respiratória	2	7,14
Saúde da Criança	2	7,14
Saúde do Idoso	2	7,14
Traumato-Ortopedia	2	7,14
Ensino	2	7,14
Cardiovascular	1	3,57
Dermatofuncional	1	3,57
Outros	3	10,71
Total	28	100,00
p= 0,24		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Em relação ao tipo de tecnologia e produtos abordados no projeto (tabela 9), foram obtidas 45 respostas no total, devido à possibilidade de marcação múltipla. A maioria dos grupos assinalou atividades em projetos relacionados com sistemas de avaliação e diagnóstico (26,67%), seguido da área de robótica (11,1%). Os tipos de

tecnologia relacionados a aparelhos de auxílio de locomoção, realidade virtual e aumentada, tecnologia educacional e telessaúde também se destacaram, com 8,89% das respostas para cada categoria.

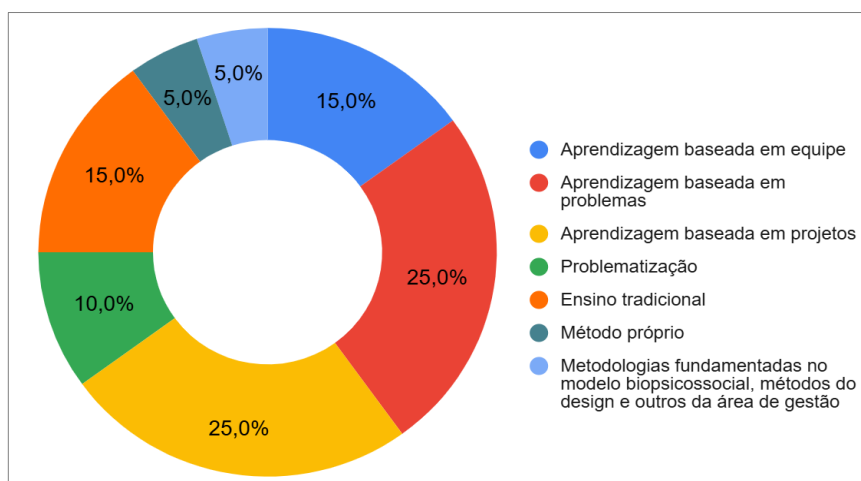
Tabela 9. Distribuição a respeito dos tipos de tecnologia e produtos

Tipos de tecnologias e produtos		
	n	%
Sistema de avaliação/diagnóstico	12	26,67
Dispositivos de robótica	5	11,11
Aparelho de auxílio da locomoção	4	8,89
Realidade virtual/aumentada	4	8,89
Tecnologia educacional	4	8,89
Telessaúde	4	8,89
Tecnologia móvel	3	6,67
Dispositivos ortopédicos	2	4,44
Dispositivo para Sistema Respiratório	2	4,44
Eletrotermofototerapia	2	4,44
Comunicação alternativa	1	2,22
Outros	2	4,44
Total	45	100,00
p= 0,064		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Sobre a relação dos projetos tecnológicos com atividades de ensino em saúde, a maioria indicou haver relação, com 9 respostas (52,9%) afirmativas. Os 8 representantes restantes (47,1%) responderam que não estabelecem relação entre seus projetos e atividades de ensino. Analisando as metodologias e estratégias em atividades de ensino em saúde, pode-se observar que a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos, são as mais requisitadas, ambas com percentuais de 25%, juntamente com o ensino tradicional (figura 26).

Figura 26. Metodologias usadas em atividades de ensino em saúde

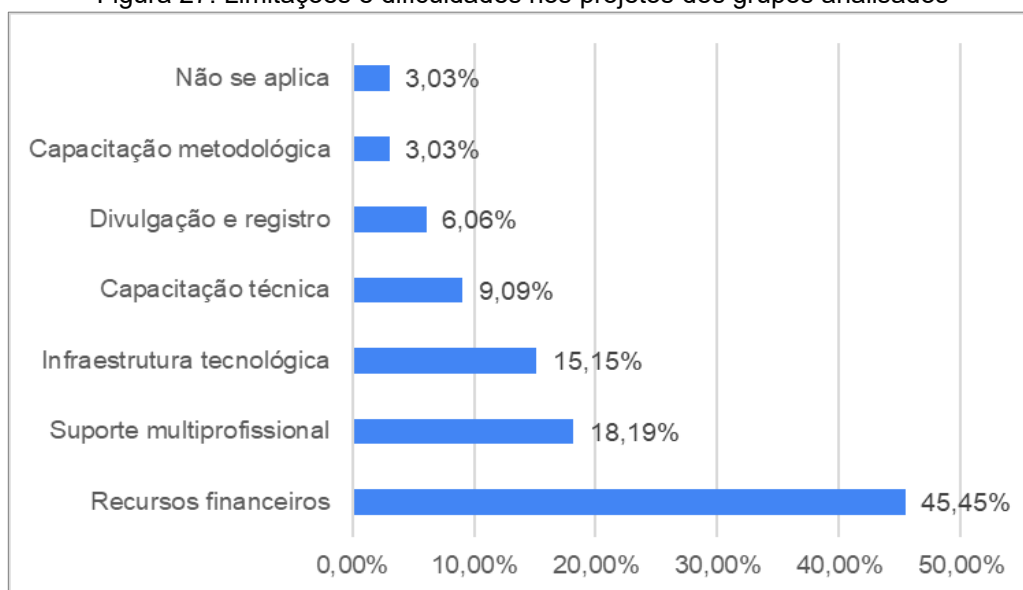


Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Dentre as competências e habilidades exigidas nos grupos, segundo a pesquisa, as principais foram a motivação/atitude (18,8%) e o trabalho em equipe, sendo o destaque entre as habilidades valorizadas, com 24,6%. Quanto à fonte financiadora dos projetos, a fonte pública apresenta maior incidência, com 8 grupos (47,1%), seguido do financiamento misto (público/privado), com 5 (29,4%) e próprio, com 3 grupos (17,6%). Dentre os grupos analisados, nenhum obteve fonte de financiamento unicamente privada.

Sobre as principais limitações e dificuldades no desenvolvimento dos projetos (figura 27), destacam-se os recursos financeiros, com 15 respostas (45,45%), bem como o suporte profissional, com 6 (18,19%) e a infraestrutura tecnológica, com 5 respostas (15,15%). Neste tópico do formulário, os representantes também puderam marcar mais de uma resposta, totalizando 33.

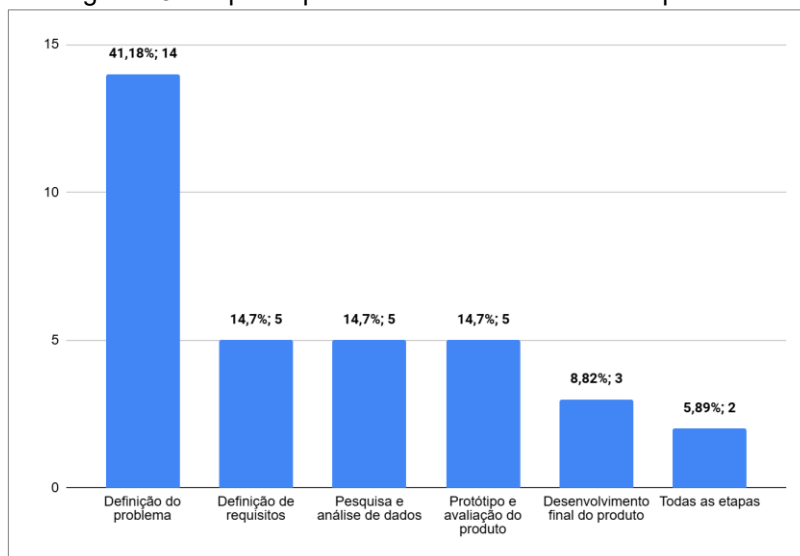
Figura 27. Limitações e dificuldades nos projetos dos grupos analisados



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

As ações e tarefas específicas que representam maior dificuldade são a construção de protótipos e o registro de produtos, ambos com 7 respostas, que representam 41,17% do total, cada uma. Quanto à pergunta relacionada à etapa de projeto considerada mais importante dentre as 34 respostas obtidas, destaca-se a definição do problema (41,18%). Em seguida, são elencadas a definição de requisitos, pesquisa e análise de dados, e protótipo e avaliação do produto, com 14,7% cada (figura 28).

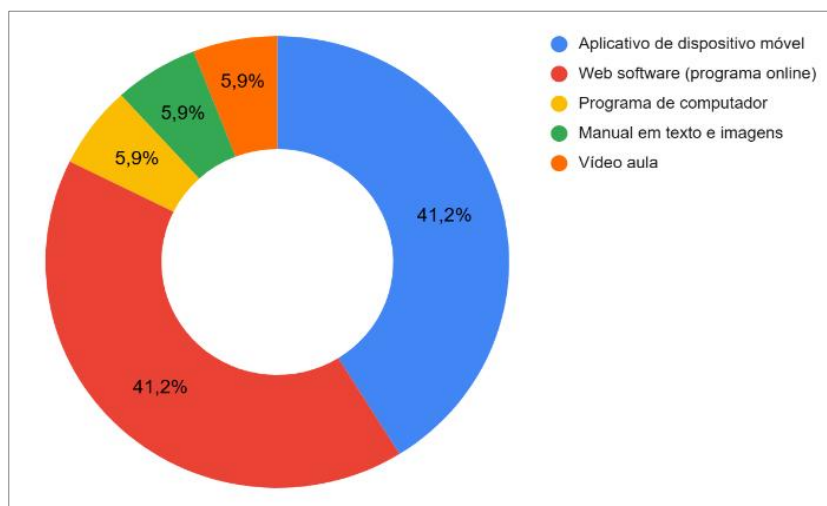
Figura 28. Etapa do processo considerada mais importante



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sobre os recursos educacionais que poderiam facilitar a organização de tarefas e processos nos projetos (figura 29), os aplicativos de dispositivos móveis e os *web softwares* (programas online) assumiram destaque, com 7 respostas cada um, representando 41,17%.

Figura 29. Recursos educacionais facilitadores referidos



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A análise dos resultados indica uma recente ascensão de grupos de pesquisa na área de tecnologia em fisioterapia e reabilitação no Brasil, tendo em vista que todos os incluídos foram originados a partir de 2022. A pandemia de COVID-19 limitou drasticamente as atividades acadêmicas no ano de 2020, influenciando a crescente participação de grupos de pesquisa voltados à fisioterapia. O profissional fisioterapeuta foi crucial no ambiente hospitalar durante a pandemia do coronavírus,

tendo sua atuação solicitada tanto nas fases iniciais da doença quanto nos estágios mais graves (Paz *et al.*, 2021).

No ápice da pandemia, a assistência ao paciente hospitalizado com COVID-19, doença de acometimento multissistêmico e principalmente respiratório, requereu intervenções fisioterapêuticas intensivas e indispensáveis para o manejo vital. Nesse sentido, a crise evidenciou uma necessidade de padronizar o tratamento fisioterapêutico respiratório para essa classe de pacientes, demandando aparatos de pesquisa ainda inexistentes (Dias *et al.*, 2022).

É válido ressaltar que em 2023, ano de predominância dos perfis analisados, entrou em vigor a portaria CNPq nº 1.550, estabelecendo valores reajustados das bolsas de desenvolvimento e iniciação tecnológica, destinadas à implementação de programas de TICs. Tal incentivo fiscal pode ter sido o estopim que muitos membros precisavam para efetuar seus planos de pesquisa e desenvolvimento, a destacar na área de ciências da saúde (Brasil, 2023a).

Os resultados refletiram como os processos de produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil estão sujeitos às centralizações territorial e fiscal, vinculadas, respectivamente, ao protagonismo acadêmico das regiões Sul/Sudeste e ao incentivo econômico do Estado, destacando-se as instituições públicas de ensino e seus programas de pesquisa. Esses dois fatores tecem uma disparidade regional e financeira que configuram uma dinâmica de centro e periferia, impedindo um desenvolvimento tecnológico equânime no país (Coelho, Costa, 2023).

Segundo o censo científico de 2023, visualizado no painel do Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, da plataforma Lattes, observa-se o mesmo fenômeno: São Paulo aglomerando o maior percentil grupal e as áreas de ciências da saúde e biológicas se concentrando nas instituições públicas de ensino superior, de forma que ciências da saúde assumam a terceira maior posição entre áreas categorizadas pela plataforma (Brasil, 2023b).

A análise dos resultados referentes às áreas específicas dos grupos revelou que o estudo da reabilitação se encontra protagonizado pela fisioterapia e pela terapia ocupacional, ainda que outras áreas da saúde como a enfermagem e a biomedicina apresentem contribuições expressivas. a psicologia e a fonoaudiologia também colaboram para a pesquisa em reabilitação, principalmente nas Unidades de terapia intensiva, em que a integração da equipe multidisciplinar é crucial para traçar o plano de cuidado mais adequado ao paciente crítico (Chagas *et al.*, 2024).

Ainda que algumas áreas de atuação dos grupos assumam destaque estatístico (tecnologia assistiva, neurofuncional, respiratória, saúde do idoso e saúde da criança), a diversidade das categorias restantes aponta para uma expansão tecnológica em ramos específicos que escapam à centralização científica. Tal tendência solidifica as expectativas pós pandêmicas acerca das inovações no mercado tecnológico da saúde, em que a indústria sanitária não deixaria de expandir-se em prol da salubridade geral (USP, 2021).

O nível majoritariamente médio de complexidade dos projetos executados pelos grupos constitui-se num fato comumente observado quando há interação de níveis de instrução distintos, como docentes e estudantes. Isso reflete a dificuldade que muitos cursos de graduação brasileiros apresentam quanto à incorporação de recursos digitais na grade educacional, limitando a adesão e a evolução da cadeia tecnológica (Falcão, Mill, 2019).

Quanto à relação com as atividades de ensino, destacaram-se as metodologias ligadas a atividades em grupo, como a aprendizagem baseada em equipes e a aprendizagem baseada em projetos, um dos expoentes metodológicos apontado como um recurso educacional cuja didática orienta e promove reflexão, tornando a aprendizagem não apenas significativa, mas também transformadora (Barbosa, Matos, 2022).

Projetos na área de sistemas de avaliação e diagnóstico, tipos de projetos mais exploradas pelos grupos, estão sujeitos à avaliação de tecnologias em saúde, processo contínuo que analisa os benefícios, consequências econômicas e sociais do uso de tecnologias, considerando segurança, eficácia, custos, equidade e impactos éticos, culturais e ambientais. Esse sistema está vinculado às atividades do SUS, alinhando-se com a origem majoritariamente pública das fontes financiadoras dos grupos (Novaes, Soárez, 2020).

Quanto às competências e habilidades consideradas mais relevantes, motivação/atitude e trabalho em equipe formam as mais valorizadas. A crescente complexidade das necessidades de saúde requer unidade e interdependência para a efetividade do trabalho interprofissional, em que práticas e negociações colaborativas se alinham em prol do objetivo comum de cada grupo de pesquisa, de forma que o trabalho em equipe e a autonomia determinam os desdobramentos das atividades realizadas (Peduzzi *et al.*, 2020).

A definição do problema de pesquisa fundamenta todos os passos seguintes de qualquer projeto. Em concordância, esse foi o tópico elencado como mais importante pelos representantes grupais. Por outro lado, as ações e tarefas específicas eleitas como mais difíceis foram a construção de protótipos e o registro de produtos, o que pode estar relacionado com a escassez de financiamento, a complexidade regulatória, a burocracia envolvida na submissão e a morosidade na análise dos pedidos (Dilascio, Diniz, Mendonça, 2023).

A questão financeira foi expoente entre as limitações dos grupos de pesquisa analisados, seguida pela carência de suporte profissional e infraestrutura tecnológica. Todas essas dificuldades apontam para a insuficiência de verbas públicas e privadas para o setor, tendo em vista que nenhum dos pesquisadores apontou para uma fonte financiadora privada.

A falta de uma base produtiva sólida para o desenvolvimento de tecnologias e recursos reabilitativos, cujos investimentos atendam às demandas da população brasileira, cria vulnerabilidades na assistência à saúde. Entretanto, devido à ampliação do novo orçamento destinado à pesquisa em saúde pública, a realidade explicitada na pesquisa está sob expectativa de mudança (Brasil, 2024).

Em relação aos recursos educacionais que poderiam facilitar os processos envolvidos nos projetos, os aplicativos de dispositivos móveis e os *web softwares* foram indicados como mais adequados, destacando a importância dos recursos digitais como ferramentas educacionais facilitadoras. A utilização de tecnologias na educação possibilita uma interação mais eficiente entre alunos e professores, facilitando a troca de conhecimento, e promovendo a diversificação nas estratégias de aprendizagem (Biella *et al.*, 2024).

limitações do estudo incluem a pequena quantidade de representantes de grupos que responderam ao instrumento de coleta de dados, que, ainda assim, foi superior à esperada nas etapas de planejamento do estudo. Ressalta-se que os dados referentes à amostra total dos grupos permitiram a análise do perfil dos grupos, ao passo que as respostas dos representantes ao questionário forneceram informações sobre os projetos desenvolvidos, servindo como base na produção do produto do estudo principal.

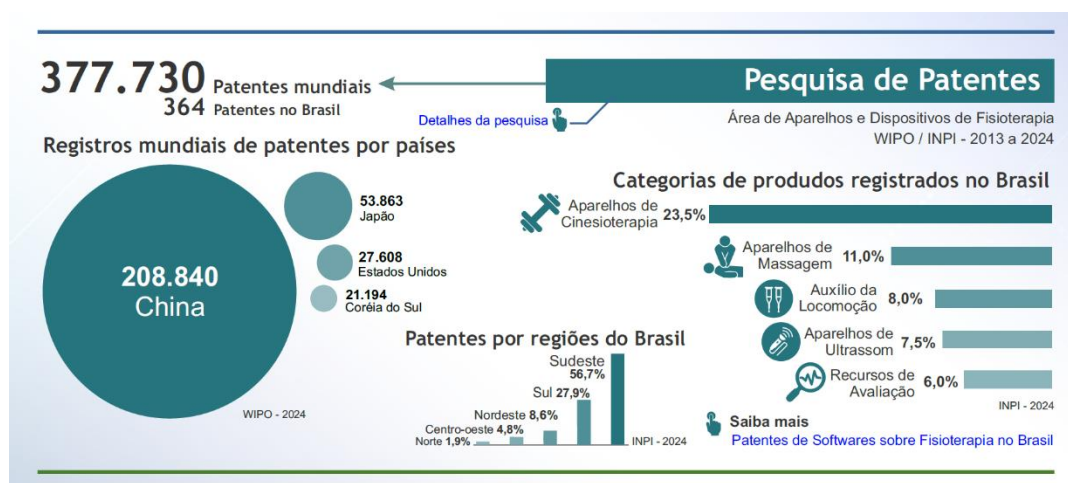
Os resultados deste estudo foram publicados no artigo “Estudo de inovação tecnológica na área de fisioterapia e reabilitação por grupos de pesquisa no Brasil”, disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19362673> (ANEXO F).

6.4 Produto do estudo: Painel digital interativo

Os resultados dos estudos de embasamento suscitaram a oportunidade de reunir os dados mais relevantes em um produto educacional na forma de um painel digital interativo. Os resultados foram representados em forma de gráficos e reunidos em um painel digital construído no *software* Corel Draw® em uma única prancha medindo 90x120cm. Foram adicionados *hiperlinks* que direcionam a arquivos complementares. O arquivo final foi exportado no formato PDF.

O primeiro setor do painel apresenta o título do produto, a instituição e o programa de Pós-graduação vinculado e logo em seguida apresenta as informações referentes à etapa de revisão integrativa com dados referentes à área de aplicação dos estudos e os tipos de produtos predominantes. Foram adicionados *hiperlinks* que direcionam a arquivos complementares sobre detalhes do estudo, perfil dos estudos analisados e classificação das tecnologias abordadas (figura 30).

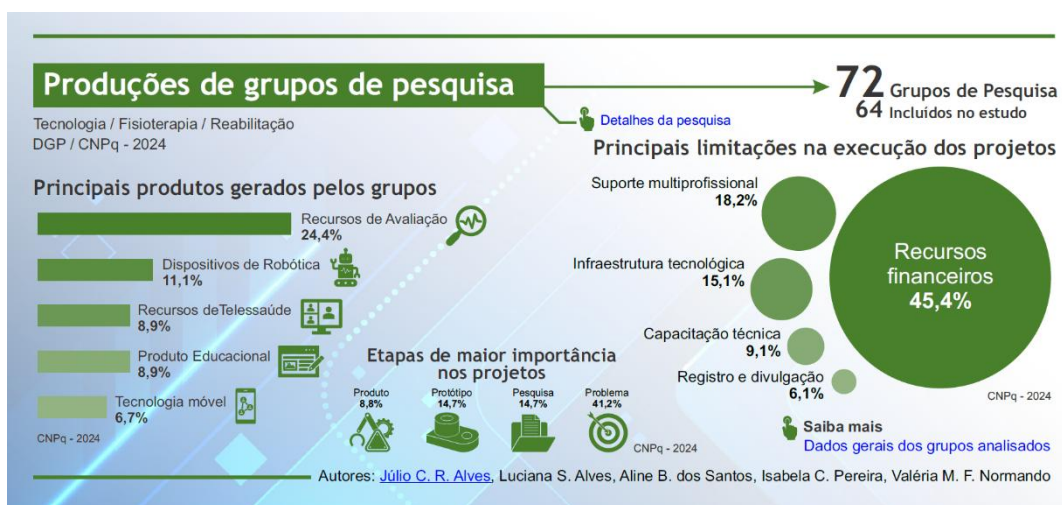
Figura 30. Primeiro setor do painel interativo



Fonte: Dados do estudo, 2024

O segundo setor do painel refere-se à pesquisa de patentes realizada nas áreas de fisioterapia e reabilitação no INPI e na base internacional WIPO. Este setor expõe dados sobre a distribuição de registros de patentes em nível mundial na área de aparelhos e dispositivos de fisioterapia, além das categorias de produtos registrados no Brasil na referida área, e a distribuição dos registros por regiões do país. Foram adicionados *links* com dados complementares da pesquisa, incluindo uma busca de registros de programas de computador na área analisada (Figura 31).

Figura 31. Segundo setor do painel interativo



Fonte: Dados do estudo, 2024.

O terceiro setor do painel apresenta os resultados referentes ao estudo de grupos de pesquisa cadastrados no CNPq na área de tecnologia, fisioterapia e reabilitação (figura 32). São destacados dados sobre os produtos gerados pelos grupos, limitações na execução dos projetos, e as etapas de projeto mais importantes. Adicionalmente, foram inseridos *links* com dados sobre detalhes da pesquisa e dados gerais dos grupos analisados.

Figura 32. Terceiro setor do painel interativo



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Conforme a tipologia da área de Ensino da CAPES, o painel digital pode ser classificado como “Material didático/instrucional” (PTT-1). Uma amostra por captura de tela do painel encontra-se no APÊNDICE I. A versão completa do painel poder ser acessada pelo *link* ou QR code abaixo:

<https://drive.google.com/file/d/1vT6DTRFFRqO9Q2TIMcwaFkEWcOSFhmaP/view?usp=sharing>



O painel interativo foi registrado com ISBN 978-65-02-16791-5 na Câmara Brasileira do Livro e disponibilizado no Portal Educapes com o identificador: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/868438> (ANEXO B). A principal aplicação deste produto educacional é servir como embasamento informacional para criação de projetos tecnológicos em atividades de ensino, pesquisa e inovação na área de fisioterapia e reabilitação. O arquivo PDF do painel foi inserido como material complementar no Aplicativo produto principal do estudo, permitindo o acesso para avaliação nas etapas de validação e aplicação do estudo.

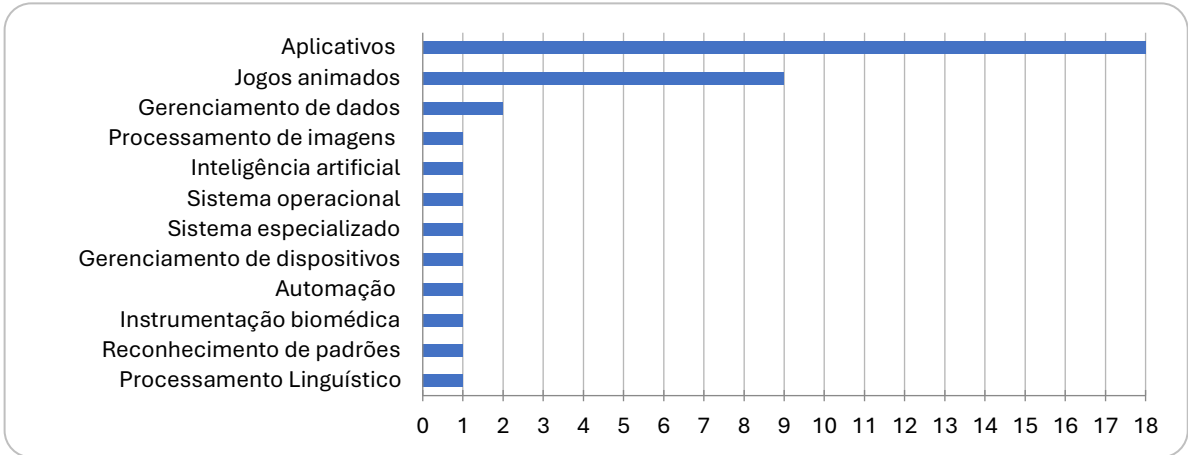
6.5 Desenvolvimento do aplicativo

Os achados científicos dos estudos preliminares permitiram estabelecer as bases conceituais, estruturais e funcionais do produto. O estudo de revisão identificou os recursos de tecnologia móvel e telerreabilitação como necessidades de abordagem no App. A pesquisa de patentes indicou o foco em projetos de baixa e média complexidade em categorias de cinesioterapia e auxílio da locomoção. O estudo com grupos de pesquisa apontou a importância da abordagem de dispositivos de avaliação e diagnóstico e da integração de conteúdo com estratégias ativas de ensino.

6.5.1 Pesquisa de similares

Na pesquisa de similares foram obtidos 38 resultados na busca por programas de computador do INPI. A maioria dos programas (figura 33) se trata de aplicativos de dispositivos móveis (47,3%), totalizando 18 registros, seguido dos jogos animados com 9 registros (23,6%). A respeito da temática de destinação dos *softwares*, a reabilitação física (18,4%) e a avaliação postural (18,4%) prevaleceram entre os achados (tabela 10).

Figura 33. Gráfico de distribuição quantitativa dos tipos de programas



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Tabela 10. Distribuição a respeito da temática de destinação dos softwares no INPI

Temática	n	%
Reabilitação física	7	18,42
Reabilitação/avaliação postural	7	18,42
Sistema de informação	4	10,53
Jogos terapêuticos	4	10,53
Outros	4	10,53
Atividade física	3	7,89
Avaliação cardiorrespiratória	3	7,89
Avaliação física	2	5,26
Realidade virtual	1	2,63
Reabilitação cardiorrespiratória	1	2,63
Comunicação aumentada/alternativa	1	2,63
Reabilitação sensorial	1	2,63
Total	38	100,00

Fonte: Dados do próprio estudo, 2024.

Na busca por aplicativos no Portal Educapes, foram retornados 22 registros, para os termos utilizados. A maior incidência de registros foi direcionada à educação especial e inclusiva com 4 registros (18,8%), seguido de aplicações voltadas à reabilitação cardiorrespiratória com 3 registros (13,64%) (tabela 11).

Tabela 11. Distribuição por temática de destinação dos aplicativos no Portal Educapes

Temática	n	%
Educação especial	4	18,18
Cardiorrespiratória	3	13,64
Treinamento físico	2	9,09
Comunicação alternativa	2	9,09
Ensino em saúde	2	9,09
Telemedicina	1	4,55
Gestão em saúde	1	4,55
Oncologia	1	4,55
Hematologia	1	4,55
Segurança da informação	1	4,55
Desenvolvimento de apps	1	4,55
Tecnologia assistiva	1	4,55
Gerontologia	1	4,55
Educação em saúde	1	4,55
Total	22	100,00

Fonte: Dados do próprio estudo, 2024.

6.5.2 Requisitos do produto

Com base nos achados destacados nos estudos de embasamento, principalmente em relação às necessidades do público-alvo foram definidos os principais requisitos do produto.

- Produto educacional na forma de aplicativo para dispositivos móveis.
- Usabilidade intuitiva e descomplicada.
- Interface limpa e agradável aos sentidos.
- Ênfase nas áreas de tecnologia assistiva, neurofuncional e ortopedia.
- Destacar produtos como recursos de avaliação, cinesioterapia, robótica, tecnologia móvel e produtos educacionais.
- Adequação principal a projetos de média complexidade.
- Aplicação em atividades baseadas em equipes e em projetos de tecnologia.
- Enfatizar competências como o trabalho em equipe e a atitude.
- Destacar as etapas de definição de problemas e registro dos produtos.

6.5.3 Conteúdo e estilo semiótico

O conteúdo a ser utilizado no aplicativo levou em consideração o referencial teórico do estudo, as áreas de aplicação e os tipos de produtos mais explorados nos estudos de embasamento, sendo organizado em categorias de projetos que foram representadas por ícones que visam favorecer a identificação das tecnologias relacionadas (figura 34).

Figura 34. Categorias de projeto abordadas no App



Fonte: Dados do estudo, 2024.

A organização do conteúdo apresentado em cada categoria de projeto segue um esquema de etapas de projeto adaptado do modelo conceitual de Alves, Falcão e Normando, (2022). Cada categoria apresenta uma descrição específica das etapas

de projeto, sendo descrito a seguir um resumo do conteúdo comum a todas as categorias (quadro 5). Foi acrescentada a etapa de “Registro e patente” devido a relevância do tema percebido no estudo com grupos de pesquisa. Foram criados e selecionados e ícones de representação das etapas de projeto (figura 35).

Quadro 5. Modelo de etapas de projeto utilizado nas categorias de projeto

Problema e objetivos	Identificação da problemática central que o produto busca solucionar, definindo objetivos, prioridades e diretrizes para o projeto, com foco no usuário do produto e na sua funcionalidade.
Pesquisa e análise	Levantamento de expectativas do usuário e requisitos do projeto, como usabilidade, ergonomia e antropometria, bem como informações sobre legais, normas técnicas, similares no mercado e patentes.
Conceito e criação	Tradução dos dados analisados em ideias de solução para o projeto, por meio de ferramentas de criatividade, permitindo a escolha das alternativas que respondem melhor aos objetivos do projeto.
Especificações técnicas	Definir recursos e tecnologias incorporadas ao projeto; descrição das características como materiais, dimensões, componentes, ergonomia, funcionalidade, usabilidade, segurança e atributos estéticos.
Protótipo e avaliação	Construção de modelos digitais, e/ou protótipos de baixa ou alta fidelidade para avaliação de atributos e execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade.
Produto finalizado	Construção de um modelo totalmente funcional do produto para testes em contexto real com usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto.
Registro e patente	Descrição das formas e sítios de registro de acordo com os diferentes tipos e especificidades de produtos.

Fonte: Adaptado de Alves, Falcão, Normando, (2022).

Figura 35. Ícones das etapas de projeto utilizado no aplicativo



Fonte: Adaptado de Alves, Falcão e Normando, (2022).

Para apresentar as funções principais do aplicativo e orientar a localização de conteúdo, foi elaborado o “Guia rápido do aplicativo”, que apresenta as principais telas e funções integradas na aplicação (APÊNDICE F) e pode ser acessado na aba Guias” do menu inferior do App.

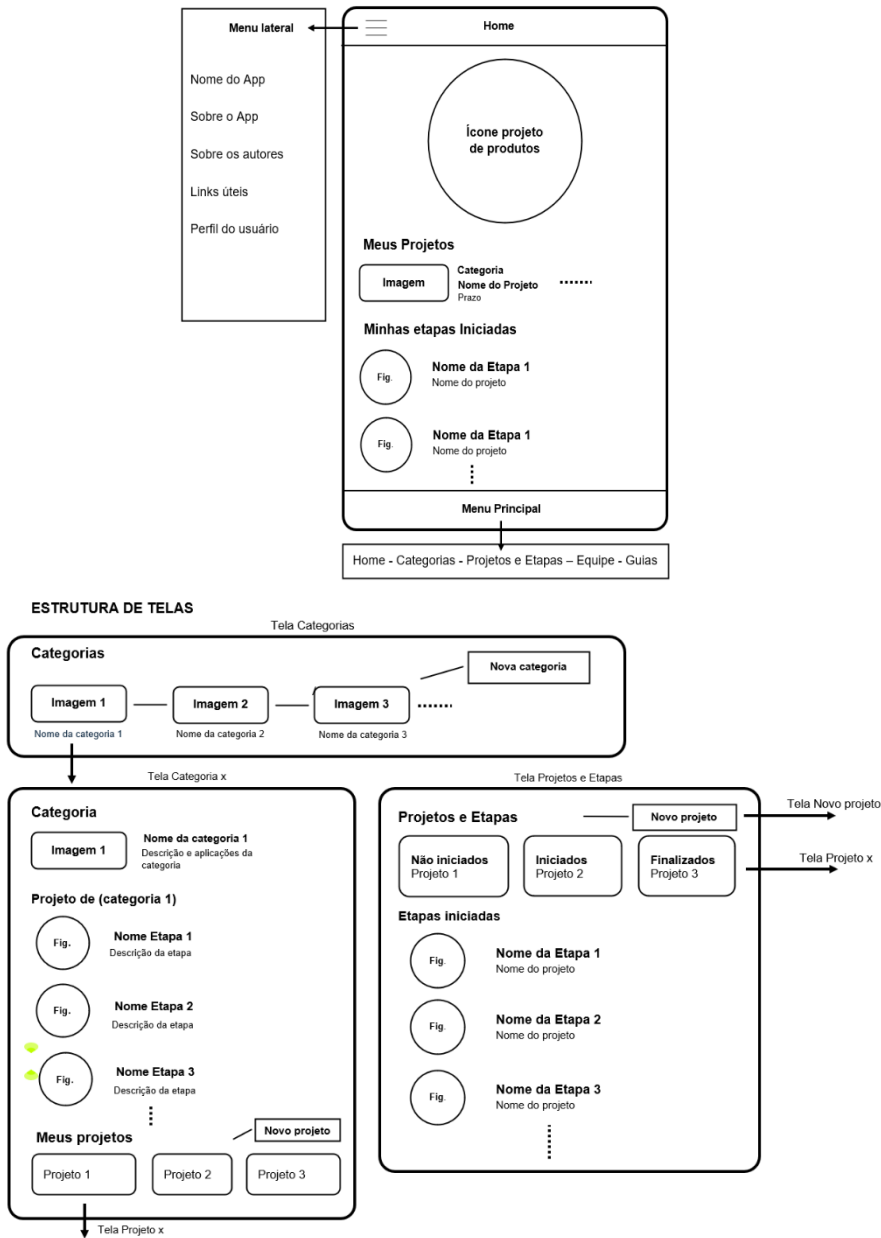
Em relação à interface estética do App, optou-se por um design simples e com pouca variação cromática, predominando tons de verde, preto e escalas de cinza, o que visou manter o foco do usuário ao conteúdo e à funcionalidade. Optou-se pelo

uso de ícones simbólicos de constituição geométrica buscando favorecer a identificação iconográfica pelo usuário e facilitar a mensagem semiótica.

6.5.4 Estrutura do aplicativo

O aplicativo foi nomeado como FisioDesk pela associação entre o termo Fisio (fisioterapia) e *Desk* (bancada/posto de trabalho/projeto). Foi concebida para o produto uma estrutura de categorias, projetos e etapas, para organização e gerenciamento dos projetos criados no aplicativo. Foram organizados um menu lateral, com informações básicas do aplicativo, e um menu inferior que concentra as principais funções do aplicativo (figura 36).

Figura 36. Esquema da estrutura principal do aplicativo



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Segurança dos dados

O tratamento de dados coletados de usuários obedece aos princípios da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), por meio do banco de dados Firebase, com criptografia HTTPS em várias camadas para garantir a segurança dos dados em repouso e em trânsito. São coletados apenas os dados estritamente necessários no banco de dados para criação do perfil e cada usuário pode acessar apenas os seus próprios dados pessoais.

.6.5.5 Telas principais do aplicativo

Na tela “home” são exibidos os elementos: menu lateral, menu inferior, área de visualização de projetos iniciados e etapas de projetos iniciadas. O Menu lateral dá acesso a informações do aplicativo, autores, *links* úteis e perfil do usuário. O Menu inferior contém ícones de acesso às telas de categorias de projeto, projeto e etapas, equipe, guias e artigos.

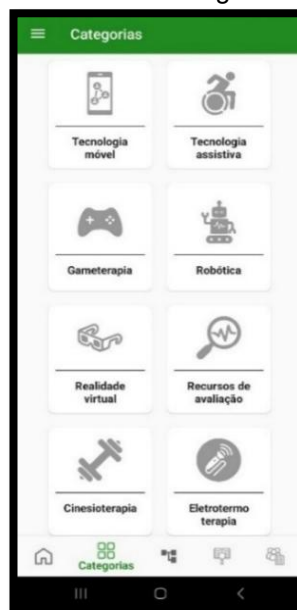
A tela “categorias” exibe os tipos de projeto abordados, contendo definições e modelos de projeto, descrição de ações necessárias e resultados esperados. A tela projetos e etapas exibe os projetos criados pelo usuário e as etapas iniciadas nos projetos, dando acesso à tela específica de cada projeto. Na área “etapas iniciadas” são listadas as etapas ativas nos projetos, onde se pode acessar dados como, descrição, status de execução, definição de prazo, e responsável. A área de resultados disponibiliza campos para inserção de texto, links de arquivos e imagens.

Figura 37. Tela Inicial do aplicativo



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Figura 38. Tela de categorias do App



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Na tela “guias” são disponibilizados materiais de apoio para utilização do aplicativo e dados de pesquisas sobre produção tecnológica nas áreas de ensino em saúde, fisioterapia e reabilitação incluindo: guia de utilização do aplicativo; ebook métodos de projeto em saúde; painel digital interativo com dados de pesquisa sobre produção tecnológica em fisioterapia e reabilitação; artigos científicos relacionados ao tema de tecnologia em saúde, fisioterapia e reabilitação.

Figura 39. Tela de projetos e etapas



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Figura 40. Tela de guias e artigos



Fonte: Dados do estudo, 2024.

6.5.6 Funções do aplicativo

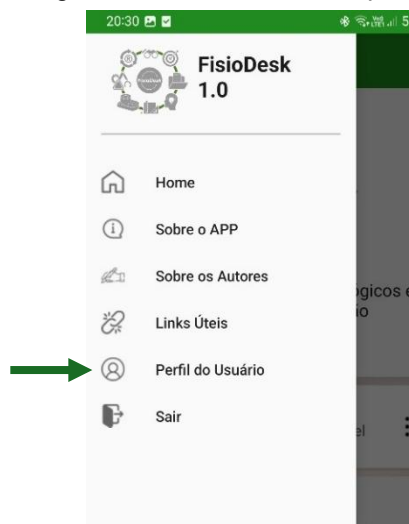
De acordo com as necessidades do público-alvo e os requisitos do produto, as funções definidas para o protótipo do aplicativo foram:

- Criação e edição do perfil do usuário;
- Gerenciamento de equipe de projetos;
- Consulta de categorias de projeto e suas etapas;
- Criação de novos projetos;
- Iniciação de etapas de projeto;
- Consulta e edição de informações de projetos criados;
- Consulta e edição de dados de etapas iniciadas;
- Inserção de resultados de projetos;
- Disponibilização de material de apoio e *links* úteis.

Criação do perfil do usuário e gerenciamento de equipe

No primeiro acesso ao aplicativo, é solicitado a criação de um perfil de usuário, e definição de uma senha para criação do banco de dados. Na aba “perfil do usuário” do menu lateral, pode-se e editar as informações do perfil do usuário. Na aba “equipe” do menu inferior, pode-se adicionar membros à equipe de projeto, preenchendo e editando informações como nome, telefone e e-mail dos membros da equipe.

Figura 41. Menu lateral do aplicativo



Fonte: Dados do estudo, 2024.

Consultar o conteúdo das categorias de projeto

No menu inferior da tela home, podem ser consultadas as categorias de projeto acionando a aba “categorias”; na qual os ícones das categorias, dão acesso à tela específica da categoria, onde são descritas informações gerais sobre os projetos e descritas as etapas específicas de projetos na categoria.

Adicionar e editar projetos e iniciar etapas

O aplicativo permite a criação de projetos, o que pode ser feito no menu inferior da tela home, na aba “projetos e etapas” por meio da função “novo projeto”. Na tela novo projeto, é selecionada a categoria do projeto e inseridas informações como nome do projeto, descrição, responsável e prazo. Na tela do projeto criado pode-se iniciar etapas de projeto de acordo com a instância de execução.

Inserir resultados de projeto

Pode-se inserir resultados de projeto na seção “minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “projetos e etapas” selecionando a etapa de projeto na qual

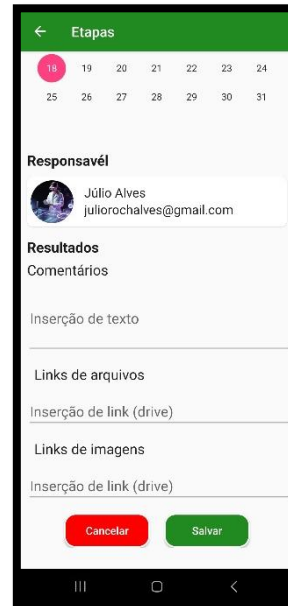
deseja inserir resultados, que podem ser no formato de comentários e/ou dados em texto, links de arquivos e de imagens.

Figura 42. Adicionar e editar projetos e etapas



Fonte: Dados do estudo, 2025.

Figura 43. Funções de inserir resultados



Fonte: Dados do estudo, 2025.

Consultar material de apoio

O Aplicativo disponibiliza materiais de apoio na forma de *links* de acesso a páginas de internet e na forma de arquivos de conteúdo. Na aba “*Links úteis*” do menu lateral, pode-se acessar *links* que direcionam a bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas. A aba “*Guias*” do menu inferior permite acessar materiais de apoio como o guia do aplicativo, ebooks e artigos relacionados ao tema de tecnologia em saúde e reabilitação.

6.5.7 Registro e disponibilização

O Aplicativo é classificado pela CAPES como PTT4 - Software/Aplicativo. Por intermédio e auxílio do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia (NITT-UEPA), o Aplicativo foi registrado no INPI obtendo um Certificado de Registro de Programa de Computador de nº BR512026000824-7 (ANEXO C). A disponibilização do produto na forma de arquivo APK de instalação para sistema *Android*, foi feita no Portal Educapes e pode ser acessado pelo link identificador ou QR code abaixo:

<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1179861>



A pesquisa de similares tanto na base de patentes como no portal de produtos educacionais, destacou a grande diversidade de áreas de aplicação dos registros analisados. Porém não se identificou nenhum registro com função ou destinação similar ao do presente estudo, ou seja, um programa de computador ou aplicativo móvel direcionado a auxiliar projetos de tecnologia em fisioterapia e reabilitação.

Buscas livres em plataformas de instalação e de construção de aplicativos como o glideapps.com, revelaram que os recursos que mais se aproximam da similaridade com o objeto do estudo seriam gerenciadores genéricos de projetos. Em relação a estes gerenciadores, o App FisioDesk possui o diferencial do foco específico em projetos tecnológicos em fisioterapia; organização de projetos por categorias e etapas; conteúdos científicos disponíveis, acesso direto a conteúdos e a sítios e bases de pesquisa, além de fornecer esquemas de projetos de acordo com os tipos de produtos.

A estrutura do aplicativo buscou organizar e condensar o conteúdo reunido, assim como destacar as principais funcionalidades exibidas em menus e janelas de acesso. Um design de sistema bem estruturado permite que usuários com diferentes níveis de familiaridade tecnológica e conhecimento aplicado em saúde naveguem e interajam com a plataforma de maneira eficaz (Oliveira *et al.*, 2025).

Da mesma forma, foi controlado a quantidade de caracteres textuais por tela, visando não tornar a leitura dos conteúdos e rótulos demasiadamente cansativa. Na mesma linha de estilo, foram concebidos os ícones utilizados no App, buscando potencializar a identificação iconográfica pelo usuário e reduzir a necessidade de legendas descritivas.

Estes atributos estão de acordo com a Heurística de Nielsen (Nielsen e Molich, 1990) referente ao “reconhecimento ao invés de memorização”, segundo a qual, com o objetivo de diminuir a carga cognitiva, a interface deve conter elementos que ajudem o usuário a reconhecer o que cada ação irá executar, evitando a necessidade de

memorizar textos e elementos gráficos (Dias, 2022). Heurísticas de usabilidade, são sistemas de avaliação de interfaces computacionais que vêm sendo refinadas com base em uma análise fatorial de problemas de usabilidade o que permitiu derivar um conjunto de requisitos com um amplo potencial de utilização (Cruz *et al*, 2021).

Sobre a apresentação estética de tecnologias voltadas para educação, sabe-se que as ilustrações tornam a representação interativa e reflexiva em vários aspectos que aludem a realidade do público-alvo, o que gera maior observação de detalhes para a integração de novos conhecimentos. As ilustrações têm o potencial de envolver os leitores com o material educativo, estimular emoções de forma confortável, evitar distrações ao antecipar experiências prévias sobre o tema e direcionar o leitor para a informação principal da mensagem (Soares *et al.*, 2021; Wen, 2022).

Os resultados de uma revisão sistemática de Ødegaard *et al* (2021) sobre modelos de aprendizagem digital no ensino de fisioterapia indicam que o uso de recursos digitais, na forma de ensino híbrido e a distância, foram tão ou mais eficazes em comparação com o ensino tradicional. A meta-análise revelou efeitos significativos na aprendizagem dos alunos em favor das intervenções que utilizaram salas de aula invertidas, sites/aplicativos interativos e vídeos produzidos pelos próprios alunos.

Ao analisar os resultados de um estudo de revisão relativo à aquisição de conhecimento e habilidades por alunos de fisioterapia, a maioria das fontes de evidência demonstrou um efeito positivo da educação aprimorada digitalmente. O estudo também evidenciou um resultado positivo na satisfação geral dos alunos, embora apenas um pequeno número dos participantes tenha indicado que o impacto positivo na experiência de aprendizagem foi devido a mudança nos métodos educacionais (Pagels; Schindler; Luedtke, 2025).

A criação e utilização de aplicativos facilita a busca de conhecimento acadêmico em ambientes virtuais dinâmicos e interativos por meio de TICs, ao mesmo tempo em que promove a incorporação de competências como a autonomia intelectual e a iniciativa, assim como o raciocínio crítico-reflexivo para a tomada de decisões (Borges *et al.*, 2024). Esses achados sugerem que recursos digitais também podem apresentar potencial de aplicação em atividades relacionadas à pesquisa e à produção tecnológica, que seriam incrementadas pela interação criativa e inovadora dos projetos, hipótese que deverá ser investigada em estudos específicos.

Os estudos acima exaltam a necessidade da diversificação dos meios e recursos educacionais digitais utilizados com diferentes perfis de usuários e em

diversos cenários de interação. No cenário educacional, verificam-se, nas últimas décadas, diversas formas de interação e imersão com tecnologias, com a modernização e inovação impulsionado mudanças rápidas, conferindo novas apropriações pessoais, acadêmicas e profissionais na cultura digital (Amaro *et al.*, 2023).

6.6 Estudo de validação do produto

No processo de validação do aplicativo, 13 especialistas que atendiam os critérios de inclusão responderam ao instrumento de validação, após os procedimentos estabelecidos de convite, aceite, instalação e experimentação do produto. 11 dos voluntários têm atuação no estado do Pará e dois em outros estados.

Deste total, 8 voluntários têm formação em fisioterapia (61,54%), 3 tem formação em terapia ocupacional (23,08%), 1 em educação física e 1 em engenharia da computação (7,69% cada). Em relação à titulação, 8 (61,54%) voluntários possuem nível de doutorado e 5 (38,46%) nível de mestrado. No que se refere à atuação principal, 9 (69,23%) especialistas atuam como docentes de graduação e pós-graduação, 3 (23,07%) como pesquisadores e 1 (7,69%) como técnico assistencial. O tempo de graduação variou de 8 a 26 anos com média de 10,08 anos. As características dos especialistas estão exibidas na tabela 12.

Tabela 12. Características dos especialistas voluntários no estudo de validação

Formação	n	%
Fisioterapia	8	61,54
Terapia Ocupacional	3	23,08
Educação Física	1	7,69
Eng. da Computação	1	7,69
Total	13	100,00
Titulação	n	%
Doutorado	8	61,54
Mestrado	5	38,46
Total	13	100,00
Tipo de IES	n	%
Pública	10	76,92
Privada	3	23,08
Total	13	100,00
Atuação principal	n	%
Docente	9	69,23
Pesquisador	3	23,08
Técnico	1	7,69
Total	13	100,00

Fonte: Dados do estudo, 2025

As respostas dos voluntários especialistas ao instrumento de validação, com os cálculos do IVC geral, IVC por domínios e por itens individuais, assim como o coeficiente alfa de Cronbach encontram-se na tabela 13.

Tabela 13. Respostas dos especialistas ao instrumento de validação e cálculo do IVC e do coeficiente alfa de Cronbach geral e por itens

Domínios	Valoração				IVC	α
	1(I)	2(PA)	3(A)	4(TA)		
Pedagógico						
1. O Aplicativo permite reflexão sobre a utilização de projetos tecnológicos na prática profissional.	0	1	4	8	0,92	0,92
2. O Aplicativo mostra claramente os processos e etapas de um projeto tecnológico.	0	0	2	11	1,00	0,90
3. O Aplicativo permite o desenvolvimento de competências profissionais relacionadas ao tema.	0	0	8	5	1,00	0,90
4. O Aplicativo estimula a autonomia do aluno nas atividades a que se destina.	0	0	6	7	1,00	0,90
5. O Aplicativo pode contribuir para mudanças de comportamento e atitude no ensino e na prática.	0	0	7	6	1,00	0,90
Total do domínio	0	1	27	37	0,98	
Conteúdo	1(I)	2(PA)	3(A)	4(TA)		
6. O conteúdo utilizado no Aplicativo é baseado em referências confiáveis.	0	0	1	12	1,00	0,91
7. O conteúdo é adequado à proposta pedagógica.	0	0	2	11	1,00	0,90
8. O Aplicativo é adequado ao perfil sociocultural do público-alvo.	0	0	5	8	1,00	0,91
9. Os conteúdos do Aplicativo são apresentados de forma clara e concisa.	0	1	3	9	0,92	0,90
10. O conteúdo propõe conhecimentos novos para o público-alvo.	0	0	3	10	1,00	0,90
Total do domínio	0	1	14	50	0,98	
Apresentação	1(I)	2(PA)	3(A)	4(TA)		
11. A apresentação geral do Aplicativo é adequada.	0	0	3	10	1,00	0,90
12. O layout do Aplicativo é atraente para o público-alvo e visualmente agradável.	0	2	3	8	0,85	0,90
13. O Aplicativo é adequado quanto à quantidade de informações por tela.	0	1	2	10	0,92	0,89
14. O Aplicativo é visualmente interessante para o usuário.	0	1	3	9	0,92	0,89
Total do domínio	0	4	11	37	0,92	
Funcionalidade e usabilidade	1(I)	2(PA)	3(A)	4(TA)		
15. O sistema possui as funcionalidades necessárias para utilização à distância.	0	0	2	11	1,00	0,91
16. O Aplicativo é autoexplicativo.	0	1	4	8	0,92	0,90
17. O Aplicativo é fácil de aprender e usar.	0	0	4	9	1,00	0,91
18. O Aplicativo fornece estímulos motivadores.	0	2	3	8	0,85	0,90
19. O Aplicativo possibilita inserir resultados após a conclusão de cada etapa de projeto.	0	0	2	11	1,00	0,90
20. A transição de telas facilita a usabilidade ao usuário.	0	1	0	12	0,92	0,90
Total do domínio	0	4	15	59	0,95	
Total geral	0	10	67	183	0,96	0,91

Legenda: I: inadequado, PA: parcialmente adequado, A: adequado, TA: totalmente adequado, α : coeficiente alfa de Cronbach.

Fonte: Dados do estudo, 2025.

De acordo com os resultados do processo de validação, o Aplicativo obteve um IVC geral de 0,96 (96%). Observa-se que os coeficientes alfa de Cronbach foram consistentes, com valores por itens entre 0,89 e 0,92 e valor total de 0,91, demonstrando a confiabilidade e consistência interna do instrumento.

No domínio relativo aos aspectos pedagógicos, o IVC relativo alcançado foi de 0,98 (98%). Neste domínio, entre as maiores pontuações estão os itens 2 “O Aplicativo mostra claramente os processos e etapas de um projeto tecnológico” e 3 “O Aplicativo permite o desenvolvimento de competências profissionais relacionadas ao tema” com IVC de 100%. Com o menor índice no domínio temos o item 1 “O Aplicativo permite reflexão sobre a utilização de projetos tecnológicos na prática profissional” com IVC de 92%.

O domínio de Conteúdo também alcançou um IVC de 0,98 (98%), com os maiores índices verificados nos itens 6 “O conteúdo utilizado no Aplicativo é baseado em referências confiáveis” e 7 “O conteúdo é adequado à proposta pedagógica” com IVC de 100%. O menor valor do índice por item foi verificado em 9 “Os conteúdos do Aplicativo são apresentados de forma clara e concisa” com 92% de IVC.

O índice calculado para o domínio Apresentação foi de 92%, sendo o maior valor por item verificado em 11 “A apresentação geral do Aplicativo é adequada” com IVC de 100% e o menor valor do índice nos itens 12 “O layout do Aplicativo é atraente para o público-alvo e visualmente agradável” com IVC de 85%.

No domínio Funcionalidade e Usabilidade foi obtido um IVC de 95%, com os maiores índices nos itens 15 “O sistema possui as funcionalidades necessárias para utilização à distância” e 19 “O Aplicativo possibilita inserir resultados após a conclusão de cada etapa de projeto” com 100% de IVC. O menor valor do índice por item foi verificado em 18 “O Aplicativo fornece estímulos motivadores” com IVC de 85%.

Na etapa de validação foram coletados comentários e sugestões dos participantes em espaços próprios no formulário de validação. São apresentados a seguir, uma síntese dos principais comentários destacados no quando 6.

Quadro 6. Comentários e sugestões dos avaliadores na etapa de validação

Avaliador	Comentário
Av. 1	“O uso favorece competências como planejamento, gestão de etapas, registro de resultados e busca de referências”. “Na tela inicial, poderia melhorar colocando um texto ou algo que indique que “Meus projetos” e “Minhas etapas iniciadas” estão vazias”.
Av. 3	“A organização em menus e etapas claras favorece a aprendizagem, e o material de apoio auxilia no processo. Ainda assim, o público precisa de familiaridade mínima com a área e com apps de projeto”.

	"O guia rápido não explicita fundamentação pedagógica estruturada (como princípios didáticos, estratégias de ensino-aprendizagem ou metodologias educacionais específicas)".
Av. 4	"Em relação ao conteúdo, o aplicativo demonstra variabilidade de conteúdos metodológicos aplicáveis, além de subsidiar informações tecnológicas e inovação". "A funcionalidade e usabilidade é presente, não foram visualizados erros ou instabilidades durante sua utilização, todas as fases são executadas como esperada". "Visualizar feedback de desempenho (erros, acertos) pode contribuir com a equipe em geral, ou futuramente permitir um feedback de percentual entre as áreas de cada projeto".
Av. 5	"Sugiro incluir a descrição um pouco mais detalhada referente aos Guias, a exemplo sobre as competências, incluindo exemplos sobre cada competência que poderá ser atingida, para se fechar a ideia conceitual".
Av. 10	"Sugiro que faça um layout colorido, pois torna-se mais atrativo".
Av. 11	"A nível pedagógico sugiro colocar a descrição de cada etapa entre parênteses, na hora de inserir em novo projeto". "Sugiro acrescentar o passo a passo do INPI dentro de uma das etapas".

Legenda: Av. Avaliador de validação.

Fonte: Dados do estudo, 2025.

Para que uma tecnologia educacional cumpra com seu objetivo na qualidade de produto cientificamente confiável, torna-se imprescindível o processo de validação, sendo também avaliadas a efetividade, adequação e conveniência do recurso educativo para determinada população. Atualmente, instrumentos de validação têm sido utilizados, principalmente nos programas de pós-graduação profissional para a validação de produtos educacionais, com ferramentas que medem indicadores e atribuem valores a conceitos (Bragagnollo *et al.*, 2020; Rocha, 2024).

A amostra de 13 especialistas alcançada na validação do produto foi considerada suficiente para a natureza do processo em questão. Não há consenso na literatura no que se à quantidade de juízes uma vez que os estudos sobre o tema têm características distintas, com critérios de inclusão e exclusão e amostras diferentes. Contudo, alguns estudos citam a proposta de Pasquali, na qual o número de juízes deve ser de, no mínimo, seis (Pasquali 2013; Pereira *et al.*, 2020).

Em relação à caracterização da amostra de especialistas avaliadores, foi obtida uma composição variada no que concerne à formação, titulação e ocupação, sendo composta por diferentes profissionais da área de reabilitação, atividade física e de computação, e ocupação na área docente, técnica-assistencial e de pesquisa. A escolha de avaliadores com experiência docente é referida como ponto importante no processo de validação de produtos educacionais, como forma de preencher lacunas do público-alvo de acordo com o tema abordado (Alves *et al.*, 2022).

O processo de validação de produtos educacionais deve preconizar a heterogeneidade dos especialistas, que se torna necessária no julgamento do

conteúdo específico e temático do produto, assim como garantir a interdisciplinaridade na avaliação de outras competências que podem escapar do domínio de avaliadores da área específica de aplicação do produto (Wild *et al.*, 2019).

Considerando os resultados obtidos nos processos de validação, pode-se afirmar que o produto educacional obteve uma boa avaliação dos especialistas nos aspectos pedagógico, de conteúdo, de apresentação, de funcionalidade e usabilidade, com um IVC geral de 0,96 (96%), o que demonstra que o produto educacional avaliado é válido e adequado ao objetivo a que se propõe.

Os maiores índices de validade foram obtidos nos domínios Pedagógico e o de Conteúdo, o que indica uma avaliação positiva da abordagem adotada no produto. Pode-se destacar o alto índice do item referente ao desenvolvimento de competências profissionais, sugerindo que a aplicação pedagógica do produto e o conteúdo são percebidos como eficazes e contributivos para o processo educacional.

Em relação ao conteúdo, houve boa recepção dos materiais e produtos complementares anexados ao App, como mencionado no comentário: “(...) o aplicativo demonstra variabilidade de conteúdos metodológicos aplicáveis, além de subsidiar informações tecnológicas e inovação” (Av. 4). Um dos princípios valorizados na construção do produto do estudo foi a qualidade e a versatilidade do conteúdo técnico-científico disponibilizado.

Não obstante, houve referências à falta de conteúdo específico sobre as aplicações pedagógicas do App, representada por comentários que apontam a falta de fundamentação pedagógica estruturada explícita, e a sugestão de incluir descrição mais detalhada sobre competências no guia do App. A análise das afirmações levou à construção e inserção no App, de um material adicional, o “Guia de aplicação pedagógica” que aborda e exemplifica as aplicações do produto em cenários de ensino, pesquisa e inovação tecnológica (APÊNDICE J).

No processo de concepção e desenvolvimento de produtos educacionais, é importante considerar a significância e a qualidade do conteúdo, assim como, as habilidades e atitudes a serem desenvolvidas, além dos formatos de recursos facilidades de comunicação. A avaliação da validade do conteúdo busca assegurar a qualidade dos produtos, demonstrando a preocupação em analisar os resultados, a fim de alcançar excelência da produção (Freitas, 2021; Nogushi, 2024).

Os formatos de aprendizagem aprimorados digitalmente no ensino da fisioterapia podem incrementar as experiências de aprendizagem, sendo geralmente

bem recebidos pelos alunos, especialmente quando combinados com métodos tradicionais de ensino. A integração de estratégias digitais inovadoras pode ser promissora para o futuro da formação em fisioterapia, desde que haja recursos e meios abrangentes tanto para educadores quanto para alunos (Pagels; Schindler; Luedtke, 2025).

A avaliação com índices relativamente menores no domínio Apresentação, destacando o item referente à atratividade visual e layout do Aplicativo, poderia sugerir uma necessidade de aprimoramento estético/visual do produto. Ressalta-se que o estilo estético adotado na interface do aplicativo remete a um design simplificado e com poucas variações cromáticas, visando manter o foco do usuário ao conteúdo e à funcionalidade.

Da mesma forma optou-se pela utilização de ícones de baixa complexidade gráfica reduzindo as distrações visuais e facilitando a identificação da mensagem principal. *Softwares* educacionais precisam de interfaces intuitivas para serem eficazes no ambiente de ensino, reforçando que a simplicidade e acessibilidade são determinantes para o sucesso de aplicativos educacionais (Otokovieski *et al.*, 2021).

A etapa de validação do produto com os especialistas antes da aplicação com o público-alvo proporciona a ampliação e reorganização do conteúdo pedagógico reduzindo a abordagem centrada na visão dos pesquisadores, e aprimorando a qualidade das informações a serem apresentadas ao público-alvo (Ferreira *et al.*, 2020; Siqueira *et al.*, 2021).

6.7 Estudo de aplicação avaliativa

Na etapa de aplicação do produto 16 voluntários representantes do público-alvo do produto avaliaram o aplicativo em uma atividade de aplicação simulada de acordo com o roteiro de avaliação. Deste total, 2 (12,5%) avaliadores atuam como docentes de graduação, 5 (31,25%) como técnicos assistenciais, e 9 (56,25%) como alunos de graduação (tabela 14).

Tabela 14. Ocupação principal dos avaliadores na etapa de aplicação

Ocupação principal	n	%
Docente	2	12,50
Técnico	5	31,25
Graduando	9	56,25
Total	16	100,00

Fonte: Dados do estudo, 2025.

Após os procedimentos de aplicação do produto, os voluntários avaliaram o aplicativo com foco na usabilidade do sistema por meio da escala SUS. As respostas atribuídas pelos avaliadores em cada item da escala são apresentadas na tabela 15.

As questões da Escala SUS com maior incidência de respostas concordantes com as afirmações foram a de nº 1 “Eu acho que gostaria de usar este sistema frequentemente” e a questão 5 “Eu achei que as diversas funções neste sistema foram bem integradas”, ambas com 56,25% de respostas “concordo totalmente”. Também cabe destaque à questão 9 “Eu me senti muito confiante em utilizar esse sistema” à qual foram atribuídas 75% das respostas como “concordo”.

As afirmações da escala com maior número de respostas não concordantes foram as questões 6 “Eu achei que houve muita inconsistência neste sistema” com 50% das respostas “discordo totalmente” e na questão 8 “Eu achei o sistema muito pesado para uso” na qual se obteve 43,75% de respostas totalmente discordantes. Também se pode destacar a questão 2 “Eu achei o sistema desnecessariamente complexo” na qual se verificou 56,25% de respostas como “discordo”.

Tabela 15. Respostas dos avaliadores distribuídas por valoração nos itens da Escala SUS na aplicação avaliativa

Questão			Valoração					
			1 (DT)	2 (D)	3 (I)	4 (C)	5 (CT)	Total
1	Eu acho que gostaria de usar este sistema frequentemente	n	0	0	0	7	9	16
		%	0,00%	0,00%	0,00%	43,75%	56,25%	100%
2	Eu achei o sistema desnecessariamente complexo	n	6	9	1	0	0	16
		%	37,50%	56,25%	6,25%	0,00%	0,00%	100%
3	Eu achei o sistema fácil para usar	n	0	1	1	8	6	16
		%	0,00%	6,25%	6,25%	50,00%	37,50%	100%
4	Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar este sistema	n	5	7	1	3	0	16
		%	31,25%	43,75%	6,25%	18,75%	0,00%	100%
5	Eu achei que as diversas funções neste sistema foram bem integradas	n	0	0	1	6	9	16
		%	0,00%	0,00%	6,25%	37,50%	56,25%	100%
6	Eu achei que houve muita inconsistência neste sistema	n	8	8	0	0	0	16
		%	50,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
7	Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema rapidamente	n	0	0	2	8	6	16
		%	0,00%	0,00%	12,50%	50,00%	37,50%	100%
8	Eu achei o sistema muito pesado para uso	n	7	6	2	1	0	16
		%	43,75%	37,50%	12,50%	6,25%	0,00%	100%
9	Eu me senti muito confiante em utilizar esse sistema	n	0	0	0	12	4	16
		%	0,00%	0,00%	0,00%	75,00%	25,00%	100%
10	Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse começar a utilizar esse sistema	n	4	7	2	3	0	16
		%	25,00%	43,75%	12,50%	18,75%	0,00%	100%

Legenda: DT: discordo totalmente, D: discordo, I: indiferente, C: concordo, CT: concordo totalmente.
Fonte: Dados do estudo, 2025.

Os escores da Escala SUS foram calculados para cada avaliador com valores obtidos variando de 67,5 a 100. Os escores foram totalizados por meio da média aritmética, obtendo-se um escore total de 80,94 ($\pm 11,47$). Os escores individuais por avaliadores e totalizados são exibidos na tabela 16.

Tabela 16. Escores da Escala SUS calculados para cada avaliador e totalizados por média aritmética

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Esc	100	70	80	70	67,5	70	75	85	67,5	97,5	82,5	82,5	97,5	70	90	90
Md	80,94															
Dp	11,47															

Legenda: Esc: escore, Md: média, P1 a P16: Participantes avaliadores, Dp: desvio-padrão
Fonte: Dados do estudo, 2025.

Na tabela 17 são exibidos os escores da Escala SUS distribuídos entre as categorias de avaliadores (alunos e docentes/técnicos). A categoria de alunos apresentou escore médio de 77,5 ($\pm 10,16$), enquanto a categoria docentes/técnicos alcançou média de 85,36 ($\pm 12,28$).

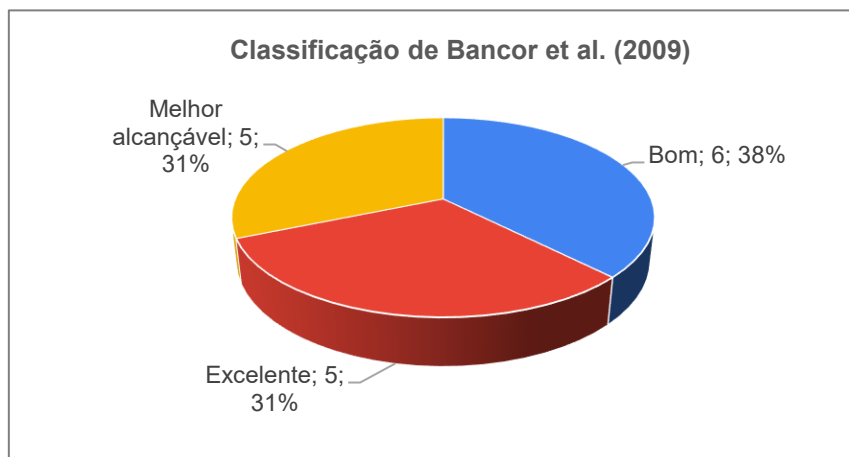
Tabela 17. Distribuição do escore médio da Escala SUS entre categorias de avaliadores

Categoria	Escore										Média	Dp	Teste MW
Alunos	70	67,5	70	75	85	67,5	97,5	82,5	82,5	82,5	77,5	10,16	P=0,17
Docentes/ Técnicos	100	70	80	97,5	70	90	90				85,36	12,28	

Legenda: Dp: desvio-padrão. Teste MW: teste de Mann-Whitney.
Fonte: Dados do estudo, 2025.

A análise dos escores de avaliação de acordo com a classificação de Bangor *et al.* (2009) apresentou uma distribuição de 6 (37,50%) avaliações no conceito “bom”, 5 (31,25%) como “excelente” e 5 (31,25%) como “melhor alcançável”. Nenhuma avaliação resultou nos conceitos “aceitável”, “ruim” ou “pior alcançável” (figura 44).

Figura 44. Distribuição dos escores SUS pela classificação de Bangor



Fonte: Dados do estudo, 2025.

No caso da aplicação avaliativa, os principais comentários, críticas, necessidades de ajustes e sugestões apresentadas pelos voluntários estão descritas no quadro 7.

Quadro 7. Comentários e sugestões dos avaliadores na etapa de aplicação

Avaliador	Comentário
Pa. 1	“Recomendo fortemente o uso do sistema. Acredito que muito contribuirá na construção de produtos tecnológicos tanto na área assistencial como na área de ensino”.
Pa. 2	“Sistema muito instrutivo para a categoria de pesquisadores”. “Poderiam acrescentar um pouco mais de metodologia científica, pois este sistema também será usado por discentes e até docente em iniciação científica”.
Pa. 3	“Achei o app bem simples de ser utilizado, com layout bem intuitivos para uso”. “Uma sugestão seria possibilitar a exportação das informações do projeto com suas fases e estágios de conclusão em um arquivo de formato PDF”.
Pa. 7	“Explicar mais na parte de links úteis (tipo um resumo)”.

Legenda: Pa: Participantes avaliadores.

Fonte: Dados do estudo, 2025.

A avaliação do produto educacional pelo público-alvo é também etapa necessária, pois neste momento o pesquisador tem a oportunidade de perceber como o público-alvo compreende e interpreta o que foi apresentado no material, podendo observar as diferenças entre o que foi construído e o que é esperado pelos usuários (Macedo *et al.*, 2021).

A aplicação avaliativa do aplicativo foi executada com foco na Usabilidade de Sistema, que vem a ser o conceito utilizado para descrever a qualidade da interação de uma interface diante de seus usuários. Dentro da área de Qualidade de *Software*, a Usabilidade de Sistema é definida como um conjunto de atributos relacionados ao esforço necessário para o uso de um sistema interativo (Cruz; Soares Neto; Cruz, 2021).

O processo de aplicação do produto com o público-alvo buscou incluir participantes como possíveis usuários do produto do estudo. Da mesma forma que na validação, a amostra de 16 avaliadores na aplicação foi composta de diferentes categorias, incluindo docentes de graduação, técnicos assistenciais, e alunos de graduação.

Nos resultados da avaliação de usabilidade do sistema por meio da escala SUS, foi obtido um escore médio total de 80,94, estando posicionado no conceito “excelente” na classificação de Bangor *et al.* (2009). Os escores das avaliações individuais apontaram uma distribuição aproximadamente homogênea entre os conceitos “bom”, “excelente” e “melhor alcançável”.

Não se observou diferença significativa na distribuição dos escores da escala SUS entre as categorias de alunos e docentes/técnicos. Optou-se pelo agrupamento das categorias docente e técnico devido ao fato de ambos poderem atuar na coordenação de projetos.

Observou-se grande incidência de respostas totalmente concordantes com as afirmações das questões referentes à disposição para o uso frequente do sistema avaliado, assim como, sobre a diversidade e integração das funções. Isto demonstra a boa aceitação do aplicativo pelo público-alvo em relação aos aspectos de funcionalidade e usabilidade. Este achado é corroborado pelo comentário de um dos avaliadores na aplicação: “Achei o app bem simples de ser utilizado, com layout bem intuitivo para uso”.

Contudo, deve-se salientar a incidência de respostas concordantes em relação a afirmações que podem apontar certa dificuldade dos usuários em relação à familiaridade com o conteúdo abordado, o que pode se refletir na fluidez de uso do App. Isto pode ser inferido nas questões sobre a necessidade de apoio e suporte técnico para ser possível o uso do sistema, e sobre a percepção do usuário precisar aprender conteúdos antes de começar a utilizar o sistema.

Um dos principais domínios das Heurísticas de Nielsen é a Flexibilidade e Eficiência de uso, segundo o qual o sistema não deve atender somente usuários experientes, devendo-se criar facilitadores para que usuários menos experientes possam operar de forma clara e com sucesso (Dias, 2022; Soares *et al.*, 2021). Por este motivo, foram incluídas as abas de “Categorias” com conteúdo disponível no próprio App, e a aba “Guias” com conteúdo adicional sobre o tema, oportunizando a aquisição e aprofundamento teórico pelos usuários.

Em relação à interface do aplicativo, destacamos o comentário “Achei o app bem simples de ser utilizado, com layout bem intuitivo para uso”, que reflete a intenção de criar uma interface simplificada e com baixa carga visual de informações. Este quesito é embasado na Heurística de Estética e Design minimalista, na qual o design da aplicação deve ser sucinto e conter informações suficientes para o objetivo, ou seja, evitar recursos desnecessários ou raramente úteis, para não causar sobrecarga cognitiva de interface no usuário (Dias, 2022).

O uso de aplicações mediadas por dispositivos móveis impõe desafios específicos, como o tamanho reduzido da tela, a interação por toques e gestos, e a visualização rápida, tornando a experiência do usuário um aspecto crítico. Neste

sentido, é fundamental que as interfaces sejam minimalistas, com navegação simples e textos legíveis, evitando sobrecarga de informações (Oliveira *et al.*, 2025).

O processo de aplicação avaliativa do produto educacional em estudo apresentou um escore de avaliação de usabilidade posicionado no conceito “excelente” de acordo com o ranqueamento adotado, com avaliações eminentemente positivas pelas três categorias abrangidas de avaliadores (docentes, técnicos e alunos). Os resultados apontam para a adequação do aplicativo nos atributos de usabilidade na visão do público-alvo.

6.8 Implementação de ajustes e melhorias

A partir dos resultados dos processos de validação e aplicação avaliativa, levando em conta os comentários e sugestões dos especialistas e usuários, foram analisadas possíveis ajustes e melhorias no produto. A análise dos apontamentos, levando em consideração a relevância e a viabilidade das sugestões, é exibida no quadro abaixo:

Quadro 8. Análise de adequações sugeridas ao aplicativo

Comentário/ Sugestão	Análise/adequação
Na tela inicial, poderia melhorar colocando um texto ou algo que indique que "Meus projetos" e "Minhas etapas iniciadas" estão vazias.	Neste caso, incluir texto: “Nenhum projeto iniciado” na área “Meus projetos” e “Nenhuma etapa iniciada” em “Minhas etapas iniciadas”.
O guia rápido não explicita fundamentação pedagógica estruturada.	Adicionar um guia sobre aplicação pedagógica do App, com foco em projetos tecnológicos, práticas de ABPj e competências.
Visualizar feedback de desempenho e permitir feedback de percentual entre as áreas de cada projeto.	Analisar possível implementação futura em atualizações do App.
Descrição um pouco mais detalhado referente aos Guias, a exemplo sobre as competências.	Descrição no guia de aplicação pedagógica de competências a serem desenvolvidas e alcançadas.
Colocar a descrição de cada etapa entre parênteses, na hora de inserir em novo projeto.	Aumentaria demais a quantidade de texto na janela, prejudicando a visualização.
Sugiro que faça um layout colorido, pois torna-se mais atrativo.	Em desacordo com a proposta estética-visual do projeto.
Sugiro acrescentar o passo a passo do INPI dentro de uma das etapas.	Inviável devido ao volume de informação. Acesso ao processo pelos “links úteis”.
Poderiam acrescentar um pouco mais de metodologia científica.	Fora do objetivo e foco temático do App.
possibilitar a exportação das informações do projeto com suas fases e estágios de conclusão em um arquivo de formato PDF.	Analisar possível implementação futura em atualizações do App.
Explicar mais na parte de links úteis (tipo um resumo).	Foram editados os títulos dos links, com descrição das siglas utilizadas.

Fonte: Dados do estudo, 2025.

A figura 45 abaixo exemplifica uma das modificações implementadas após análise das sugestões, a inserção do Guia de aplicações pedagógicas no App.

Figura 45. Guia de aplicações pedagógicas no App



Fonte: Dados do estudo, 2025.

6.9 Produto do estudo: Guia de utilização do aplicativo

De forma complementar ao App, foi confeccionado como um produto adicional do estudo (PTT-1) um Guia de utilização do aplicativo (APÊNDICE K). O guia contém informações de apresentação do produto, bases conceituais, conteúdo relacionado aos projetos tecnológicos e às aplicações pedagógicas, assim como a estrutura de telas e as principais funções do App. O registro do guia foi feito com ISBN 978-65-02-16792-2 na Câmara Brasileira do Livro e foi disponibilizado no Portal Educapes em anexo ao Aplicativo utilizando o mesmo identificador.

<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1179861>



Em relação aos produtos gerados no estudo, destaca-se que os processos de validação e aplicação foram focados no Aplicativo devido ao fato dos produtos complementares (Painel digital e Guia de utilização) estarem disponíveis e integrados ao App, permitindo o acesso e avaliação conjunta pelos voluntários avaliadores.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das características atuais da aplicação e da produção tecnológica na fisioterapia permitiu identificar diversas áreas em destaque em estudos científicos revisados, como na reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como o potencial de recursos como as aplicações para dispositivos móveis e os recursos de telessaúde. Destaca-se aqui a tendência da exploração de tecnologias digitais móveis e eletrônicas incorporadas aos recursos de reabilitação.

O estudo de patentes apontou que os registros nacionais de tecnologias na área de fisioterapia são fortemente compostos de depositários estrangeiros, com participação nacional ainda polarizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, evidenciando a necessidade de incentivos à inovação tecnológica nas regiões Norte e Nordeste. Em relação às tecnologias abordadas, predominaram produtos de baixa complexidade, apesar de registros, ainda que escassos de produtos complexos como exoesqueletos e dispositivos de robótica, o que pode ser devido às dificuldades e limitações em projetos de sistemas de alta complexidade na realidade nacional.

No estudo com grupos de pesquisa foi possível investigar como a fisioterapia e seus recursos tecnológicos têm sido abordados no cenário de pesquisa nacional. É notória a grande diversidade de áreas dos grupos e dos projetos desenvolvidos, com abordagem referente principalmente à tecnologia assistiva e reabilitação neurofuncional. Em relação aos produtos abordados, o estudo apontou um nível médio de complexidade de projetos com foco principalmente em sistemas de avaliação e diagnóstico. A experiência dos grupos de pesquisa analisados revelou o uso de diversas metodologias de projeto e associação com estratégias de ensino.

O estudo resultou no desenvolvimento do aplicativo FisioDesk, destinado ao planejamento e gerenciamento de projetos tecnológicos em fisioterapia e reabilitação. As aplicações principais do produto foram definidas como atividades e projetos de ensino e pesquisa em inovação tecnológica em nível de graduação e pós-graduação, como projetos de iniciação científica e tecnológica, e estratégias de aprendizagem por meio de projetos. Os conteúdos reunidos nos diversos estudos e análises realizadas possibilitaram a construção de produtos adicionais, a fim de disponibilizar à comunidade o conhecimento produzido.

A avaliação do aplicativo por especialistas apresentou IVC geral de 0,96, enquanto a avaliação de usabilidade pelo público-alvo apresentou score SUS médio

de $80,94 \pm 11,47$. Os achados fornecem evidências favoráveis quanto aos aspectos de conteúdo e usabilidade avaliados, embora estudos futuros sejam necessários para investigar o impacto do aplicativo sobre aprendizagem, desenvolvimento de competências relacionadas a projetos e produção tecnológica.

Dentre as limitações do estudo referentes aos processos de produção, validação e aplicação, podemos destacar a limitação atual do produto à plataforma Android, o que limitou a amostra de participantes nas avaliações, assim como a concentração de avaliadores residentes no estado do Pará, o que limita a abrangência dos achados. Também se destaca a não realização de um acompanhamento longitudinal do uso dos produtos e avaliação de efetividade, devido a limitações de logística e cronograma de estudo. Não obstante, estudos posteriores de replicação dos produtos em cenário de prática e acompanhamento de utilização podem ser realizados, inclusive com maior abrangência regional de usuários.

Destaca-se como principal inovação científica e tecnológica do estudo, a geração de produtos voltados à orientação de projetos tecnológicos por meio da disponibilização de conteúdos e de funcionalidades como a organização e gerenciamento de projetos na área de fisioterapia e reabilitação. Em relação aos fatores de originalidade do produto principal, apresenta-se os diferenciais de destinação específica na área em estudo e o acesso em um único recurso a conteúdos científicos e a funções voltadas a aplicação prática em projetos tecnológicos.

Em relação a projeções futuras, espera-se promover a utilização e a replicação dos produtos do estudo, por meio de divulgação, atualizações, e ampliação de plataformas, como versões para outros sistemas operacionais e versões online, assim como possíveis integrações com funções de IA.

Espera-se que os produtos gerados no estudo possam servir como facilitadores em atividades de ensino, pesquisa e produção tecnológica nesta área que, no Brasil, apresenta um vasto potencial de exploração, ainda mais evidente na região amazônica, onde se observou no estudo uma baixa representação tanto em registros de patentes como em atividades de grupos de pesquisa no Brasil. Neste sentido, aponta-se como objeto de posterior exploração os fatores determinantes e barreiras regionais como infraestrutura, acesso e formação tecnológica, que influenciam a produção tecnológica em saúde na região amazônica.

REFERÊNCIAS

- ABDELMOHSEN, A. M. Artificial Intelligence in Biomechanics: A Narrative Review of Current Applications in Diagnostic and Physical Rehabilitation. **Physiotherapy Research International**, v. 30, n. 4, e70120, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pri.70120>. Acesso em: 18 mai. 2026.
- ALHUSSEIN, G.; HADJILEONTIADIS, L. Tecnologias de saúde digital para o autogerenciamento a longo prazo da osteoporose: revisão sistemática e meta-análise. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 10, n. 4, p. e32557, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/32557>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- ALMEIDA, A. T. D. Tecnologias para a promoção da saúde de estudantes universitários: revisão de escopo. 106f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/52630?locale=pt_BR. Acesso em: 21 jan. 2024.
- ALVES, J. C. R.; ALVES, L. S.; SANTOS, A. B.; PEREIRA, I. C.; SOUZA, D. F.; NORMANDO, V. M. F. Tecnologias atuais na área de fisioterapia e reabilitação: revisão sistemática de embasamento para projeto de um produto educacional. II Simpósio de Ensino em Saúde na Amazônia, Belém, 2023.
- ALVES, Júlio Cesar da Rocha; ALVES, Luciana da Silva; SANTOS, Aline Batista dos; PEREIRA, Isabela Contente; NORMANDO, Valéria Marques Ferreira. Análise tecnológica de registros de patentes na área de fisioterapia e reabilitação no Brasil. *Rev. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 21, n. 67, p.222-339, out./dez, 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/18475>. Acesso em: 05 jan. 2026.
- ALVES, J. C. R.; FALCÃO, L. F. M.; NORMANDO, V. M. F. Proposição de um modelo consensual de projeto de produtos tecnológicos para área da saúde. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 8, e176122, 2022. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1761>. Acesso em: 20 mai. 2022.
- ALVES, M. M. S.; FERRETE, A. A. S. S.; SANTOS, W. L. Desenvolvimento e validação de um instrumento de identificação de vulnerabilidade digital (Q-IVD) para estudantes da educação básica. **SciELO Preprints**. 2022. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4126>. Acesso em: 7 nov. 2025.
- ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 7, p. 3061-3068, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v16n7/06.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- AMARO, R.; BAXTO, W.; SOARES, J. L.; FERES, A. Situação de aprendizagem na formação docente: aproximação pedagógica e tecnológica. **Caderno do Aplicação**, Porto Alegre, v. 36, 2023.

ANDREOTTI, E.T.; IPUCHIMA, J.R.; PIVETTA, M.V.L. et al. Detect-S: an mHealth application to assist health professionals to identify suicide risk in hospitalized patients. **Trends Psychiatry Psychother.** v. 43, n. 3, p. 200–6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0079>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BAGAGI, Leone Coelho; MENDES, Vera Lúcia Peixoto Santos; GARCIA, Emerson Gomes. Dinâmica de inovação em serviços de saúde: Uma abordagem organizacional. **Teoria e Prática em Administração**, [S. l.], v. 11, n. especial, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/tpa/article/view/57688>. Acesso em: 07 jan. 2026.

BANGOR A, KORTUM P, MILLER J. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. **J Usability stud** [Internet], v. 3, p. 114-123. 2009. Disponível em: <https://uxpajournal.org/determining-what-individual-sus-scores-mean-adding-an-adjective-rating-scale/>. Acesso em 30 de nov. 2025.

BARBOSA, C. P.; BELIAN, R. B.; ARAÚJO, C. M. Continuing education in the child health handbook: an educational software for primary care. **J Pediatr.** Rio de Janeiro. v. 97, p: 80-87, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021755719303985?via%3Dihub#bib0045>. Acesso em: 28 marc. 2022.

BARBOSA, Carlos Henrique de Sousa; MATOS, Emanuelle Oliveira da Fonseca. Aprendizagem baseada em Projetos: a didática como orientadora da prática pedagógica. **Ensino em Perspectivas**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–11, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/8763>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BARRETO NETTO, J.; DOS SANTOS, J. W.; REZENDE, C. M. F. et al. Prospecção tecnológica sobre exoesqueleto robótico de assistência à locomoção humana. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 19, n. 56, p.112- 127, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15447>. Acesso em: 08 Set. 2025

BATTISTI, D. Exergame com cicloergômetro para a reabilitação de pacientes. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Goiânia, 2020.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre. Penso, 2014.

BENEVIDES, J. L. et al. Development and validation of educational technology for venous ulcer care. **Rev Esc Enferm – USP**, v. 50, n. 2, p. 306- 312, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-623420160000200018>. Acesso em: 16/05/2023.

BEZERRA, T. A., et al. Aplicativo Educativo: ferramenta direcionada para educação em saúde de crianças. **Rev. Enferm. Digit. Cuid. Promoção Saúde**, v. 4, n. 2, p. 134-139, jul-dez, 2019.

BIELLA, A. F. C. L., et al. Tecnologias de informação e comunicação: revolucionando o ensino e aprendizado da fisioterapia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2460–2468, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/15284>. Acesso em: 23 dez. 2024.

BONNEVIE, T.; SMONDACK, P.; ELKINS, M.; GOUEL, B.; MEDRINAL, C.; COMBRET, Y.; MUIR, J. F.; CUVELIER, A.; PRIEUR, G.; GRAVIER, F. E. Advanced telehealth technology improves home-based exercise therapy for people with stable chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**, v. 67, p. :27–40, 2021. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955320301429?via%3Dihub>.

Acesso em: 11 no. 2024.

BORGES, R. C. de S.; FERREIRA, I. P.; VIEIRA, G. C.; SOUSA JÚNIOR, J. R. T. de; COSTA, L. de A. S. da; CALDATO, M. C. F.; BOTELHO, N. M.; TAVARES, C. de S. Aplicativo móvel para mediar a educação permanente na comunidade acadêmica sobre a problematização com Arco de Magueréz. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. e3770, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/3770>. Acesso em: 19 fev. 2026.

BOTTI, N. C.; CARNEIRO, A. L.; ALMEIDA, C. S.; PEREIRA, C. B. Construção de um Aplicativo educativo sobre transtornos da personalidade. **Rev Bras Enferm.** v. 64, p. 1161-1166, 2011.

BOWMAN, T. et al. Wearable devices for biofeedback in neurological rehabilitation: systematic review and meta-analysis. **Sensors**, v. 21, n. 9, p. 3122, 2021.

BRAGAGNOLLO, G. R.; CAMARGO, R. A. A. DE; GUIMARÃES, M. DAS N.; SANTOS, T. S. DOS; MONTEIRO, E. L. M.; FERREIRA, B. R. Development and validation of an interactive educational technology on spotted fever. **Rev latinoam enferm [Internet]**, v. 28, e3375–e3375, 2020. Available from: http://www.revenf.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692020000100413. Acesso em: 30 out. 2025

BRASIL. CAPES. **Documento Orientador de APCN Área 46: Ensino**. Ministério da Educação, Brasília, 2019. Disponível em: https://capes.gov.br/images/Criterios_apcn_2019/ensino.pdf. Acesso em: 5 set. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. **Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq, de 6 de julho de 2006**. Estabelece as normas gerais e específicas para as modalidades de bolsas por quota no País., 2006, Disponível em: http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/100352. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Plataforma Lattes. **Painel DGP - Diretório de Grupos de Pesquisa**. Brasília, Diário Oficial da União, 2023a. Disponível em: <https://lattes.cnpq.br/web/dgp/painel-dgp>. Acesso em 24 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde S. de C.T. e I.E.D. de C. e T. **Diretrizes Metodológicas - Diretriz de Avaliação Econômica**. 2a edição, Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação, **Guia de inovação e propriedade intelectual - REDE-NAMOR**. 2016. Disponível em: https://issuu.com/hudmaik/docs/guia_de_inova_o_rede_namor. Acesso em: 28 mai. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cetem/pt-br/capacitacao/pibic-e-pibiti/programa-institucional-de-bolsas-de-iniciacao-em-desenvolvimento-tecnologico-e-inovacao-pibiti>. Acesso em: 07 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. **Produção Técnica: Grupo de Trabalho**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador [...]. Brasília, DF, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11947.htm. Acesso em: 02 fev. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 60, de 20 de março de 2019**. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissionais, no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Diário Oficial da União, Brasília, 22 mar. 19, edição 56, seção 1, p. 26.

BRASIL. Serviços e Informações do Brasil. Buscar e Cadastrar Grupos de Pesquisa na Plataforma Lattes (DGP)[online]. Portal gov.br, 2023b. Disponível em: [https://www.gov.br/ptbr/servicos/cadastrar-grupos-de-pesquisa-na-plataformalattes#:~:text=O%20Diret%C3%B3rio%20dos%20Grupos%20de,ICTs\)%20em%20atividade%20no%20pa%C3%ADs](https://www.gov.br/ptbr/servicos/cadastrar-grupos-de-pesquisa-na-plataformalattes#:~:text=O%20Diret%C3%B3rio%20dos%20Grupos%20de,ICTs)%20em%20atividade%20no%20pa%C3%ADs). Acesso em: 2 ago. 2024.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. B823 t Comitê de Ajudas Técnicas (CAT). **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009.

BUENO, M. B. T.; BUENO, M. M.; MOREIRA, M. I. G. Fisioterapia e a educação em saúde: as tecnologias educacionais digitais como foco. **Revista Thema**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 675–685, 2020. DOI: 10.15536/thema.V17.2020.675-685.1594. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1594>. Acesso em: 6 mar. 2025.

CARPINO, G.; PEZZOLA, A.; URBANO, M.; GUGLIELMELLI, E. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art. **J Healthc Eng**. v. 2018, p. 7492024, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/7492024>. Acesso em: 19 mar. 2023.

CARVALHO DE SIQUEIRA, G. et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, jul./set., 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/14128>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

CELESTINO, M. S.; VALENTE, V. C. P. N. Aplicabilidade e benefícios de softwares e simuladores em processos de ensino-aprendizagem. **ETD Educação Temática Digital**, v. 23, n. 4, p. 882-904, 2021. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1676-25922021000400882&script=sci_arttext. Acesso em: 08 fev. 2026.

CELUPPI, I. C., et al. Uma análise sobre o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil e no mundo. **Cadernos de**

Saúde Pública [online]. v. 37, n. 3, p. e00243220, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00243220>. Acesso em: 28 Abr. 2022.

CHAGAS, Kamilla Victória Bastos Lima, *et al.* A importância da equipe multidisciplinar na reabilitação de pacientes críticos: avaliando a colaboração entre profissionais de saúde na reabilitação de pacientes de UTI. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, p. 174-183, 2024. Disponível em <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/1195>. Acesso em 19 jun. 2024.

CHAIKHO, L.; CLARK, E.; RAISON, M. Transcutaneous Functional Electrical Stimulation Controlled by a System of Sensors for the Lower Limbs: A Systematic Review. **Sensors**, v. 22, n. 9812, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22249812>. Acesso em: 11 set. 2023.

CHUNG, C. *et al.* Clinical Efficacy of Smartphone App-Based Pulmonary Rehabilitation in Chronic Respiratory Diseases: Randomized Controlled and Feasibility Trials. **J Med Internet Res**. v. 27, p. e76801, 2025. Disponível em: <https://www.jmir.org/2025/1/e76801>. Acesso em 12 jan. 2026.

CIRILO, Rodrigo Paiva; SILVA, Ivoneide Mendes; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Ensinando em engenharia: a aprendizagem baseada em projetos dinamizada pela integração entre as áreas STEM. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 21, n. 63, p. 142 - 164, jan./mar., 2025. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/19004>. Acesso em: 08 fev. 2026.

CNN BRASIL. Sul e Sudeste têm os estados mais inovadores do país, mostra ranking [site]. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/sul-e-sudeste-tem-os-estados-mais-inovadores-do-pais-mostra-ranking/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

COELHO, Gabriel Bandeira; COSTA, Éverton Garcia da. Centralização da produção de CT&I no Brasil: obstáculos ao desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Século XXI. **Revista de Ciências Sociais**, v. 13, n. 1, p. 69–89, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236672586447>. Acesso em 19 jun. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL (COFFITO). **Resolução nº 516, de 20 de março de 2020**. Brasília: Diário Oficial da União, 2020. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825>. Acesso em 19 jun. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL (COFFITO). **Resolução nº 482** - Fixa e estabelece o Referencial Nacional de Procedimentos Fisioterapêuticos e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, abr. 2017. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=6857>. Acesso em: 26 fev 2024.

COSTA, A. B. *et al.* Construção de uma escala para avaliar a qualidade metodológica de revisões sistemáticas. **Ciência & Saúde Coletiva** [online]. v. 20, n. 8, p. 2441-2452, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.10762014>. Acesso em: 12 Jan. 2023.

CRUZ-COBO, C.; BERNAL-JIMÉNEZ, M. Á.; VÁZQUEZ-GARCÍA, R.; SANTI-CANO, M. J. Effectiveness of mHealth Interventions in the Control of Lifestyle and Cardiovascular Risk Factors in Patients After a Coronary Event: Systematic Review and Meta-analysis. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 10, n. 12, p. e39593. 2022. doi: 10.2196/39593. PMID: 36459396. PMCID: 9758644. Available from: <https://mhealth.jmir.org/2022/12/e39593>. Acesso em: 23 abr. 2023.

CRUZ, A. K. B. S.; SOARES NETO, C. S.; CRUZ, P. T. M. B. Heurísticas de Nielsen adaptadas a partir da modelagem de interação para a avaliação de regras de jogos de tabuleiro. *In: Trilha de Artes & Design – Artigos Completos - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES)*, 20, 2021, Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 106-115.

DANTAS, L. O. *et al.* Tecnologias móveis de saúde para o manejo da incontinência urinária: uma revisão sistemática de lojas online no Brasil. **Revista Brasileira de Fisioterapia** v. 25, Edição 4, p. 387-395, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.01.001>. Acesso em: 30 abr. 2023.

DE OLIVEIRA, H.C. *et al.* Barreiras à transferência de tecnologia da universidade para a sociedade. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 18, n. 54, p. 89-105, out./dez., 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14981>. Acesso em: 23 ago 2025.

DIAS, Diego Fontgalland. **A aplicação das heurísticas de Nielsen nas interfaces de games e seus benefícios**. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2022.

DIAS, Letícia Marcelino Sotelo, *et al.* Prática fisioterapêutica para pacientes hospitalizados com COVID-19. **J Bras Pneumol**, v. 48, n. 4, p.e20220121, 2022. Disponível em <https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20220121>. Acesso em 19 jun. 2024.

DILASCIO, Mirella de Barros; DINIZ, Daniela Martins; MENDONÇA, Fabrício Molica de. Motivações e barreiras do processo de patentear no Brasil: percepções dos pesquisadores de quatro universidades federais mineiras. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 19, n. 56, p.166-182, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15248>. Acesso em: 20 jul. 2024.

EMERY, L. R.; MORGAN, S. L. The application of project-based learning in bioinformatics training. **PLoS Comput Biol** v. 13, n. 8, 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1005620>. Acesso em: 4 may 2019.

FALCÃO, Patricia Mirella de Paulo; MILL, Daniel. O docente em formação e o docente formador: uma visão sobre a tecnologia digital na grade curricular. **Atos de Pesquisa em Educação**, [S. l.], v. 14, n. 21, p. 745–771, 2019. Disponível em: <https://ojsrevista.furbbr/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/7202>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FEITOSA, J. A. *et al.* Virtual reality-based motor rehabilitation: a systematic review of fMRI studies. **Journal of Neural Engineering**, v. 19, n. 3, p. 031001, 2022. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34933281/>. Acesso em: 15 marc. 2023.

FERREIRA, D. S. *et al.* Validação de conteúdo de uma tecnologia educacional sobre saúde do homem. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 34, 2020. DOI: 10.18471/rbe.v34.36344.

FERREIRA, L. F. A.; BENEVIDES, A. M. L. N.; RABELO, J. A. F.; MEDEIROS, M. S.; BARROS FILHO, E. M.; SANDERS, L. L. O.; PEIXOTO, R. A. C. Desenvolvimento, Satisfação e Usabilidade de plataforma móvel para monitoramento da saúde mental

de universitários. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e19911225525, 2022.

FLORENCIO, M. N. S.; ABUD, A. K. S.; COSTA, B. M. G.; OLIVEIRA JR, A. M. Análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-27, e448974362, 2020.

FREITAS, R. Produtos educacionais na área de ensino da capes: o que há além da forma? **Educação Profissional e Tecnológica em Revista** - Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, v. 5, n. 2, 2021.

GADELHA, Carlos Augusto Grabois; VARGAS, Marco Antonio; ALVES, Nathalia Guimarães. Pesquisa translacional e sistemas de inovação na saúde: implicações para o segmento biofarmacêutico. *Saúde Debate*, Rio de Janeiro, v. 43, n. especial 2, p. 133-146, 2019.

GALDINO, Y. L. S. *et al.* Validation of a booklet on self-care with the diabetic foot. **Rev Bras Enferm** [Internet], v. 72, n. 2, p. 780-7, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0900>. Acesso em: 30 oct. 2020.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa et al. Tecnologias da informação e comunicação no ensino da Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Fonoaudiologia durante a pandemia de COVID-19. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, [online], v. 28, p. e023014, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-40772023000100021>. Acessado em 14 Marc 2024.

GASPAR, A. G. M.; LAPÃO, L. V. A Digital Health Service for Elderly People with Balance Disorders and Risk of Falling: A Design Science Approach. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 19, n. 1855, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph19031855>. Acesso em: 23 marc. 2026.

GIROTRA, S.; SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, A. *et al.* How effective is mHealth-supported home-based post-knee arthroplasty rehabilitation in improving knee function and continuum of care: protocol of an open label randomised controlled trial from India. **BMJ Open**, v. 15, p. e106469, 2025. doi:10.1136/bmjopen-2025-106469

GONÇALVES DE FREITAS, R.; RODRIGUES COELHO, H.; FREITAS DE OLIVEIRA, M. R. Educação do futuro ou futuro da educação? pandemia, educação à distância e reflexões sobre plataformas de resistências globais. **Educação Em Foco**, v. 26, n. esp. 04, p. e26089, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/edufoco/article/view/36730>. Acesso em: 11 jan. 2024.

GONÇALVES, R. S.; ALVES, T.; D'CARVALHO, C. M. Estrutura robótica aplicada para reabilitação do membro superior. Titular: Universidade Federal de Uberlândia. BR 10 2018 074164 0. Depósito: 23 nov. 2018. Publicação: 02 jun. 2020. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 16 mar. 2024.

GONÇALVES, M. L.; TOMADON, A.; CRUZ, L. A. P.; GOZZO, T. O. Tecnologias em saúde aplicadas na reabilitação de mulheres com câncer de mama: revisão de escopo. **Acta Fisiátrica** [S. l.], v. 27, n. 1, p. 51-57. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v27i1a168763>. Acesso em: 14 jun. 2023.

GOES, A.B.B.; MUNHOZ, I.P.; AKKARI, A.C.S. Impacto da indústria 4.0 na geração de inovação em tecnologias médicas: uma abordagem patentária. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 45, p. 36-55, out./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11551>. Acesso em: 09 Set. 2025.

GUIMARÃES, R.; TEIXEIRA, M. O. Ciência e Tecnologia e Inovação em Saúde no Brasil: reflexões e prioridades. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. e350121, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/physis/a/kSLJMwdRV43MTj3pVs9d6cv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 abr. 2026.

IMAMURA, M. Tecnologia assistiva e deficiência: avaliação clínica e resultados funcionais. **Acta Fisiátr.** [Internet]. v. 26, n. 2, p. 119-22, 2019 Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v26i2a165645>. Acesso em: 18 abr. 2023.

JACOBOSKI, Renata; FERRO, Luis Felipe. Educação permanente em saúde e metodologias ativas de ensino: uma revisão sistemática integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e39910313391-e39910313391, 2021

KHAMROKHUJAEVA, S. T.; DAVIROVA, S. The possibilities of application of online services in the higher educational system. **Galaxy International Interdisciplinary Research Journal**, v. 11, n. 5, p. 231-244, 2023. Available from: <https://internationaljournals.co.in/index.php/giirj/article/view/4007>. Acesso em: 17 jun. 2024

LIMA, A. J. S.; AZEVEDO, R. O. M. Ensino Tecnológico: entre sentidos e significados, acepções e perspectivas. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 11, e249625, 2025. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2496>. Acesso em: 07 fev. 2026.

LORUSSO, M.; TAGLIAMONTE, N. L.; TRAMONTANO, M.; FRESCH, A.; GRANELLI, G.; SMANIA, N. *et al.* Technology-assisted Balance Assessment and Rehabilitation in Individuals with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. **NeuroRehabilitation**, v. 51, n. 2, p. 213-230. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/nre-220060>. Acesso em 29 jun. 2023.

LOURENÇO, D. F.; CARMONA, E. V.; LOPES, M. H. B. M. Translation and cross-cultural adaptation of the System Usability Scale to Brazilian Portuguese. **Aquichan**, n. 22, n. 2, p. e2228, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5294/aqui.2022.22.2.8>. Acesso em 19 jun. 2024.

LYRA, C. O.; SOUZA, E. L.; COSTA, N. D. L. Iniciando a pesquisa. In: SOUZA, E. L., et al. **Metodologia da pesquisa: aplicabilidade em trabalhos científicos na área da saúde**. 2. ed. Natal: EDUFRN, p. 196-203, 2019 Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/27909>. Acesso em 25 jun. 2023.

LUVIZUTTO, G. J.; DE SOUZA, L. A. S. Reabilitação Neurofuncional: Teoria e Prática. Thieme Revinter, 2022.

MACEDO, F. S.; SILVA, P. G. D.; De BARROS, E. M. ROLIM, J. Evaluation of Usability, Perception of Usefulness, and Efficiency of an Application in Interpreting Imaging Examinations and Supporting Decision-Making in Orthopedics. **Telemed e-health.**, v. 27, n. 5, p. 561–7, 2021.

MACEDO, E. et al. Desenvolvimento de um aplicativo para ensino de ultrassonografia pulmonar em emergência. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 47, n. 1, p. e034, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/jvVdptpvYNDRrrhdHRN7whM/?lang=pt>. Acesso em 26 mai 2025.

MACIEL, T. P. L.; VASCONCELOS, M.V.L.; PEIXOTO, A. L. V. A.; ALMEIDA, L. N.; AUTO, B. S. D.; PEDROSA, C. M. S. Reflexões sobre a aprendizagem baseada em projetos: Estudo de caso sobre o uso de metodologias ativas associadas a tecnologias digitais durante a pandemia. **Investigação Qualitativa em Saúde: Avanços e Desafios**, v. 13, 2022.

MAKI, L. H.; FORTULAN, C. A.; PURQUERIO, B. M. Sistema exoesquelético multieixos de reabilitação funcional e postural. Titular: Universidade de São Paulo – USP. BR 10 2017 012651 0. Depósito: 13 jun. 2017. Concessão: 20 fev. 2024. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MANSOUR, S. *et al.* Brain–computer interface effectiveness and design impact in post-stroke upper-limb rehabilitation: systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Neuroscience**, v. 16, p. 912345, 2022.

MATOS, D. V. *et al.* Análise patentária: uma avaliação sobre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação do Estado de Sergipe. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 15, n. 37, p. 89-103, jul/set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/7922>. Acesso em 07 Set. 2025.

MERHY, E. E. **Saúde: a cartografia do trabalho vivo**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MOLINA, R.; SEGOVIA-PORRAS, A.; RUIZ, M.; BACA-GARCIA, E. eHealth tools for assessing sychomotor activity in schizophrenia: a systematic review. **BJP**, v. 43, n. 1, p. 102–7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2019-0867>. Acesso em: 21 abr. 2023.

MONTOYA, M. A. V. *et al.* Avaliação de Heurísticas de usabilidade do aplicativo Preemie Care. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde e 10º Congresso Brasileiro de Telemedicina e Telessaúde - Evento Virtual – Brasil, 2021

MOULAEI, K.; SHEIKHTAHERI, A.; NEZHAD, M. S. *et al.* Telereabilitação para deficiências dos membros superiores: uma revisão de escopo sobre funções, resultados e métodos de avaliação. **Arch Public Health**, v. 80, n. 196, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13690-022-00952-w>. Acesso em: 02 marc. 2023

MOURA, L. Monitoramento e avaliação da propriedade intelectual em um laboratório de inovação tecnológica voltado para saúde. **Revista Brasileira de Inovação**

Tecnológica em Saúde. v. 9, n. 1, p. 12, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/reb/article/view/17987>. Acesso em: 23 nov. 2022.

NASCIMENTO-E-SILVA, D.; COSTA, A. M. Ensino Tecnológico e Inovação: perspectivas para o Futuro Próximo. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 10, e234824, 2024. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2348>. Acesso em: 19 marc. 2026.

NIETZSCHE, E. A. et al. Tecnologias educacionais, assistenciais e gerenciais: uma reflexão a partir da concepção dos docentes de enfermagem. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 13, n. 3, p. 344–352. 2005. Disponível em: www.scielo.br/j/rlae/a/D73Y67WhnhmbtqqX58czmzL. Acesso em: 11 out. 2023.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**, p. 249–256. 1990

NIELSEN J. Why you only need to test with 5 users. **Nielsen Norman Group**. 2000. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users>. Acesso em: 06 out. 2025.

NOGUCHI, Selma Kazumi da Trindade. **O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação para o ensino das metodologias ativas no ensino em saúde**. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-graduação Stricto sensu Doutorado Profissional em Ensino em Saúde na Amazonia (ESA), Universidade do Estado do Para (UEPA), Belém, Pará, 2023.

NOVAES, H. M. D.; DE SOÁREZ, P. C. A Avaliação das Tecnologias em Saúde: origem, desenvolvimento e desafios atuais. Panorama internacional e Brasil. *Cad. Saúde Pública*. 2020; v. 36. n. 9, p. e00006820. Disponível em: <https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/7441>. Acesso em: 30 out 2024.

OTOKOVIESKI, M. B.; MELO, A. M.; CRESPO, Í. M. Avaliação de Usabilidade do app ParecerEdu. In: Escola Regional de Engenharia de Software (ERES), 5, 2021, Evento Online. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. p.11-20. 2021.

OLIVEIRA, H. M.; MATA, L.; BERRETTA, L.; CARVALHO, S. T. Uma Ferramenta para Avaliação Heurística de Usabilidade em Aplicações Móveis sob a Perspectiva do Letramento Digital em Saúde. In: Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS), 25, 2025, Porto Alegre/RS. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 897-908, 2025. ISSN 2763-8952. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/sbcas.2025.7859>. Acesso em 04 fev. 2026.

PANĂ C. F.; POPESCU, D.; RĂDULESCU, V. M. Patent Review of Lower Limb Rehabilitation Robotic Systems by Sensors and Actuation Systems Used. **Sensors**. v. 23, n. 13, p. 6237, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s23136237>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PASCON, D. M. Aprendizagem baseada em projetos no ensino remoto para estudantes ingressantes da graduação em enfermagem. **Revista de Enfermagem da USP**. v. 56, p. e20220058, agosto, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0058en>. Acesso em: 21 abr. 2026.

PASQUALI, L. **Psicometria**: teoria dos testes na psicologia e na educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PAZ, Luís Eduardo Santos. *et al.* COVID-19: a importância da fisioterapia na recuperação da saúde do trabalhador. **Rev Bras Med Trab**, 2021. Disponível em: <https://www.rbmt.org.br/details/1583/pt-BR/covid-19--a-importancia-dafisioterapia-na-recuperacao-da-saude-do-rabalhador>. Acesso em 19 jun. 2024.

PEDUZZI, Marina. *et al.* Trabalho em equipe: uma revisita ao conceito e a seus desdobramentos no trabalho interprofissional. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 18, p. e0024678, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/RLtz36Ng9sNLHknn6hLBQvr/#>. Acesso em: 20 jul. 2024.

PEREIRA, A. L. M.; LEON, C.; RIBEIRO, L. M.; BRASIL, G. C.; CARNEIRO, K. K. G.; VIEIRA, G. B., *et al.* Web-Based Virtual Learning Environment for Medicine Administration in Pediatrics and Neonatology: Content Evaluation. **JMIR Serious Games**, v. 8, n. 3, 2020.

PEREIRA, B. *et al.* A Machine Learning App for Monitoring Physical Therapy at Home. **Sensors** (Basel), v. 27, n. 24, p. 158, 2023. doi: 10.3390/s24010158. PMID: 38203019; PMCID: PMC10781250.

PINZON, C.; POSSER, V. C.; BOSCARDIN, G.; BRESCOVITE, W. D. andador para superar obstáculos. Depositante: Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. BR 10 2020 000288 0. Depósito: 07 jan. 2020. Publicação: 13 jul. 2021. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PISSINATI, P. S. C.; ÉVORA, Y. D. M.; MARCON, S. S.; MATHIAS, T. A. F.; FONSECA, L. F.; HADDAD, M. C. F. L. Content validation and usability of the Retire with Health web Aplicativo. **Rev Bras Enferm**. v. 74, n.1, p. e20200133, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0133>. Acesso em: 12 fev. 2025.

REGMI, K.; JONES, L. Uma revisão sistemática dos fatores – facilitadores e barreiras – que afetam o e-learning na educação em ciências da saúde. **BMC Med Educ**. n. 20, v. 91, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02007-6>. Acesso em: 5 dez. 2022.

REILLY, C.; SAILS, J.; STAVROPOULOS-KALINOGLU, A.; BIRCH, R. J.; MCKENNA, J.; CLIFTON, I. J.; PECKHAM, D.; BIRCH, K. M.; PRICE, O. J. Physical activity promotion interventions in chronic airways disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev*. Jan v. 32, n.167, p. 220109. 2023. doi: 10.1183/16000617.0109-2022. PMID: 36697208; PMCID: PMC9879326.

REZAYI, S.; GHOTBI, N.; SHAHMORADI, L. *et al.* Design specifications and capabilities of a 3D simulation software for clinical education of physiotherapy students in the neurology department. **BMC Med Educ**, v. 24, n. 944, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05547-3>. Acesso em 14 mar 2024.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G. SILVA, M. A. B. V. da; CAVALCANTI, R. J. S.; OLIVEIRA, R. R. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de

colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: 21 fev. 2026.

ROCHA, I. A. P. S. *et al.* Ensino técnico e tecnológico: oportunidades e desafios na formação profissional. **Missioneira, Santo Ângelo**, v. 27, n. 2, p. 73-83, 2025. Disponível em: <https://cemipa.com.br/revistas/index.php/missioneira/article/view/29>. Acesso em: 05 marc. 2026.

ROCHA, S. L. **Validação de produtos educacionais em ensino em saúde**. (Tese Doutorado) - Programa de Pós-graduação Stricto sensu Doutorado Profissional em Ensino em Saúde na Amazonia (ESA), Universidade do Estado do Para (UEPA), Belém, Pará, 2024.

RODRIGUES, W. *et al.* Fatores que influenciam a inovação tecnológica nos estados brasileiros: uma abordagem em 2020. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 49, p.89-101, out./dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14496>. Acesso em: 10 Set. 2025.

RODRÍGUEZ-FERNANDÉZ, A.; LOBO-PRAT, J.; FONT-LLAGUNES, J. M. Systematic review on wearable lower-limb exoskeletons for gait training in neuromuscular impairments. **J. Neuroengineering Rehabil.** v. 18, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00815-5>. Acesso em: 09 mai. 2023

ROSA, B. V. C.; GIRARDON-PERLINI, N. M. O.; GUERRERO GAMBOA, N. S.; NIETSCH, E. A.; BEUTER, M.; DALMOLIN, A. Desenvolvimento e validação de tecnologia educativa audiovisual para famílias e pessoas com colostomia por câncer. **Texto Contexto Enferm** [Internet]. 28:e20180053. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2018-0053>. Acesso em: 25 set. 2020.

RUARO, M. B.; RUARO, J. A.; PAULA, D. de. Prospecção de Tecnologias para Telerreabilitação: inovação nos atendimentos fisioterapêuticos. **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 161–177, 2022. DOI: 10.9771/cp.v15i1.45998. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/45998>. Acesso em: 12 mar. 2024

RUIZ MORILLA, M. D.; SANS, M.; CASASA, A.; GIMÉNEZ, N. Implementing technology in healthcare: insights from physicians. **BMC Med Inform Decis.** v.17, n. 1, p. 92, 2017. doi: 10.1186/s12911-017-0489-2. PMID: 28655299; PMCID: PMC5488364.

SANTANA, A. C. de A.; PINTO, E. A.; MEIRELES, M. L. B.; OLIVEIRA, M.; MUNHOZ, R. F.; GUERRA, R. S. Educação & TDIC's: democratização, inclusão digital e o exercício pleno da cidadania. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 2084–2106, 2021.

SANYAL, C.; STOLEE, P.; JUZWISHIN, D.; HUSEREAU, D. Economic evaluations of eHealth technologies: A systematic review. **PLOS ONE**, v. 13, n. 6, p. e0198112, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198112>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SALVE, G. B.; FREIRE, D. M. Fatores de sucesso para a prática de projetos de aprendizagem, in: MACHADO A B et al. Práticas inovadoras em metodologias ativas. **Contexto Digital**, p. 119-142, 2017.

SHAVELSON, R. J. Biographical memoirs: Lee J. Cronbach. Washington, DC-USA: **American Philosophical Society**, v. 147, n. 4. p. 379-385, 2009.

SILVA, L. V. F.; SANTOS, J. S.; CARVALHO, A. L. A.; ANDRADE, D. M.; SÁ, D. D.; ALVES, E. P.; FELIX, F. K. S.; MEDEIROS, L. L. M.; ANDRADE, B. M.; ALMEIDA, T. C. F. Usabilidade de aplicativo móvel em saúde: uma revisão bibliométrica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 4, p. e6676, 11 abr. 2021.

SILVA, M. L., *et al.* Prospecção tecnológica de processos e equipamentos para reabilitação fisioterapêutica. **Cad. Prospec.** v. 10, n. 3 p. 541-551, 2017.

SILVA, A. S. *et al.* A. Avaliação cognitiva de pessoas idosas cadastradas na estratégia saúde da família: município do Sul de Minas. **Rev Esc Enferm USP**, v. 45, n. esp. 2, p. 1748-1752, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/TQBHzD5SXC5sLdSBdvxMYgG/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 23 abr 2023.

SIQUEIRA, A. F. *et al.* Validation of a handbook on suicide prevention among students: talking is the best solution. **Rev Rene**. v. 21, p. e42241, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15253/2175-6783.20202142241>. Acesso em: 30 out. 2025.

SIRTULLI, Raquel; ZANELLA, Cleunice. Análise do grau de interação dos atores do ecossistema de inovação em projetos desenvolvidos em uma universidade comunitária catarinense. **Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 20, n. 62, p. 197-218, out./dez., 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16545>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SOARES, F. H. R.; MELO, L. G. N. S.; COBUCCI, R. N. O. "Iniciação a revisões sistemáticas". In: Souza, E. L. *et al.* (Org.). **Metodologia da pesquisa: aplicabilidade em trabalhos científicos na saúde**. 2. ed., Natal, RN, EDUFRRN, 2019.

SOARES, A. C. *et al.* Construction and validation of self-care educational technology for informal caregivers. **Rev Bras Enferm**. v. 74, n. 4, p. e20200215, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0215>. Acesso em: 30 marc. 2026.

SOUZA, C. F. de. Impactos das inovações tecnológicas na saúde: direito à saúde e tecnologia. **Gestão & Cuidado em Saúde**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. e11462, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/gestaoecuidado/article/view/11462>. Acesso em: 19 abr. 2026.

SOUZA, L. M. M.; MARQUES-VIEIRA, C. M. A.; SEVERINO, S. S. P.; ANTUNES, A. V. A Metodologia de Revisão Integrativa de Literatura em Enfermagem. **Revista Investigação em Enfermagem**. Nov. p. 17-26. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321319742>. Acesso em 23 jan. 2023.

SOUZA, D. S. R.; JOFILI, Z. M. S. **Indicadores de qualidade para materiais educacionais na EAD**. Teresina Design A3, 2016.

STANLEY, Todd. Project-Based Learning for Gifted Students: A Step-by-Step Guide to PBL and Inquiry in the Classroom. 2 ed. **Routledge**, 2021.

STEIN, M.; COSTA, R.; GELBCKE, F. Enfermagem e design na criação de produtos para a saúde: aproximando áreas e resolvendo problemas. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 32, p. e20220160, 2023.

SUN, R.; SOSNOFF, J. J. Novel sensing technology in fall risk assessment in older adults: a systematic review. **BMC Geriatr**, v. 18, n.1, p. 14, 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5771008/>. Acesso em: 04 set. 2023.

TEIXEIRA, E.; MOTA, V. M. S. S. (organizadoras). **Tecnologias educacionais em foco**. São Paulo (Br): Difusão, 2011.

TRANTAFYLLIDIS, A.; SEGKOULIET, S.; ZYGOURIS, S.; MICHAILIDOU, C.; AVGERINAKIS, K.; FAPPA, E. *et al.* Mobile App Interventions for Parkinson's Disease, Multiple Sclerosis and Stroke: A Systematic Literature Review. **Sensors**. v. 23, n. 7, p. 3396, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s23073396>. Acesso em: jun. 2023.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Jornal da USP. Inovação no mercado tecnológico de saúde cresce e gera mudanças na área médica. 11 ago. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=444111>. Acesso em: 10 jul. 2024.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). Nota Andifes: orçamento das universidades federais em 2024 [site]. 2024. Disponível em <https://www.utfpr.edu.br/noticias/geral/nota-andifes-orcamento-das-universidades-federais-em-2024>. Acesso em 20 mar. 2024.

URTI, C. T.; SOARES, M. C. C.; VARGAS, M. Priorização das necessidades do sistema público de saúde e produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. **Revista Iberoamericana de Ciência, (CTS)**, v. 14, n. 40, p. 135-165, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/924/92459230005/html/>. Acesso em: 15 out. 2023.

VARELA, R. C. B.; OLIVER, F. C. A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. **Ciênc saúde coletiva** [Internet]., v. 18, n. 6, p. 1773–84. Jun 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000600028>. Acesso em: 19 ago. 2023.

VINOLO, M. J. G.; GONZALEZ-MEDINA, G.; LUCENA-ANTON, D.; PEREZ-CABEZAS, V.; RUIZ-MOLINERO, M. D. C.; MARTÍN-VALERO, R. Augmented Reality in Physical Therapy: Systematic Review and Meta-analysis **JMIR Serious Games**. v. 9, n. 4, p. e30985, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/30985>. Acesso em: 22 jul. 2023.

YEE, Y. M.; TAN, C. L.; RAMAYAH, T. A proposed model for improving R&D project performance in the medical devices industry. **Global J. Bus. Soc. Sci. Review**. v. 5, n. 3, p. 43-50, 2017.

YUSOFF, M. S. B. **ABC of content validation and content validity index calculation**. Resource, v.11, n.2, p.49-54, 2019.

WILD, Camila Fernandes *et al.* Validation of educational booklet: an educational technology in dengue prevention. **Revista Brasileira de Enfermagem** [online]. 2019, v. 72, n. 5, p. 1318-1325. Epub 16 Sept 2019. ISSN 1984-0446. Available from: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0771>. Acesso em: 17 fev. 2026.

WEN X. Predicament and Outlet: The Deep Fusion of Information Technology and Political Thought Teaching in Institution of Higher Learning under the Background of Fragmented Learning Environment. **Journal of Environmental and Public Health**. 2022. Available from: <https://doi.org/10.1155/2022/3177706>. Acesso em: 27 nov. 2025.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). Pesquisa simples de patentes. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>. Acesso em: 13 mar 2024.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). Resumo Executivo: Índice Global de Inovação 2023. WIPO: Articles, 2023. Disponível em <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo-pub-2000-2023-exec-pt-global-innovation-index-2023.pdf>.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). Technology Trends 2021: Assistive Technology. Chemin des Colombettes, Geneva 20, Switzerland, 2021.

ZISCHKE, C.; SIMAS, V.; HING, W.; MILNE, N.; SPITTLE, A.; POPE, R. The utility of physiotherapy assessments delivered by telehealth: A systematic review. **J Glob Health.** v. 11, p. 04072. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7189%2Fjogh.11.04072>. Acesso em: 25 mai 2023.

ZOLTOWSKI, A. P. C. et al. Qualidade metodológica das revisões sistemáticas em periódicos de psicologia brasileiros. **Psic. Teor. e Pesq.**, Brasília, v. 30 n. 1, p. 97-104, Jan-Mar 2014.

APÊNDICE A - Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR)

As perguntas abaixo se referem a critérios metodológicos minimamente necessários para uma revisão sistemática de qualidade. As perguntas estão acompanhadas de um texto explicativo para auxiliar sua compreensão. Para cada pergunta, marque SIM ou NÃO, de acordo com a presença ou ausência do critério na revisão avaliada. Em caso de dúvida e/ou falta de clareza em relação à presença de algum critério, marque NÃO.	
1) O objetivo de pesquisa está claramente descrito? O objetivo de pesquisa deve estar claramente descrito antes do começo da revisão.	() Sim () Não
2) Os elementos essenciais que compõem a estratégia de busca são descritos? As palavras-chave e os operadores booleanos (e; ou; não; etc.), quando utilizados, devem ser indicados. Recortes temporais na busca, se realizados, devem ser descritos de forma clara. A data em que foi realizada a busca deve ser descrita.	() Sim () Não
3) A origem da publicação foi utilizada como critério de busca? Os autores devem descrever se não incluíram alguma publicação devido à sua origem (tese, dissertação, resumo de congresso) ou idioma, etc.	() Sim () Não
4) Os critérios de inclusão e exclusão utilizados na seleção dos estudos foram descritos? Critérios metodológicos, como delineamento utilizado (e.g., experimentos, levantamentos, estudos de caso); tipo de instrumento utilizado (e.g., entrevistas, grupos focais, testagem, etc.); e análise dos dados (e.g., análise de conteúdo, fenomenologia, testes estatísticos, etc.) podem ser descritos como critérios para seleção dos estudos, entre outros.	() Sim () Não
5) Uma busca abrangente foi realizada? No mínimo, duas bases de dados eletrônicas devem ser utilizadas (Psycinfo, Scielo, Medline, etc.) e descritas. As pesquisas podem ser complementadas por outros materiais tais como revisões, livros-texto, textos técnicos, buscando nas referências dos estudos encontrados e consultado especialistas no campo específico de estudo.	() Sim () Não
6) No mínimo dois juízes realizaram a busca e a seleção das publicações? No mínimo dois juízes independentes realizaram a busca e selecionaram os estudos com base nos critérios de inclusão e exclusão. Estratégias de consenso em caso de discordância devem ser informadas	() Sim () Não
7) O número de artigos incluídos e excluídos em cada etapa da busca foi informado? Deve ficar explícito, seja em texto, figura, lista ou gráfico, quantos artigos foram incluídos e excluídos em cada etapa da revisão.	() Sim () Não
8) No mínimo dois juízes realizaram a extração de dados? No mínimo, dois juízes independentes realizaram a extração de dados nos artigos selecionados. Estratégias de consenso, em caso de discordância, devem ser informadas	() Sim () Não
9) Foram descritas as características dos estudos incluídos? Devem ser descritos, de acordo com os objetivos do estudo, de forma integrada, seja em uma tabela ou textualmente, as características dos estudos revisados.	() Sim () Não
10) A forma de avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi descrita? A forma de avaliação da qualidade dos estudos revisados estabelecida deve ser relatada. Por exemplo, pode-se levar em consideração diferentes tamanhos de amostra, tipos de delineamento, poder estatístico dos testes utilizados, tamanhos de efeitos, etc. No caso de estudos qualitativos incluídos na seleção, os autores devem avaliar a análise de dados realizada e se esta se mostra embasada teoricamente, se há uma descrição do procedimento de codificação e/ou análise de dados, incluindo quem codificou e quais foram as unidades de análise, etc.	() Sim () Não

11) Os métodos utilizados para integrar os resultados dos estudos foram descritos? Os métodos para integrar os resultados devem ser descritos e apropriados, tanto nas revisões que utilizam análises quantitativas quanto nas que adotam análises qualitativas.	() Sim () Não
12) A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi utilizada apropriadamente na formulação das conclusões? As conclusões da revisão devem levar em consideração as diferentes qualidades metodológicas dos estudos revisados, discutindo as limitações desses estudos, especialmente na formulação de recomendações futuras.	() Sim () Não
13) O viés de publicação foi considerado? A possibilidade que os dados possam estar enviesados em virtude de alguma limitação da própria revisão deve ser considerada. No mínimo, o viés de publicação deve ser textualmente apontado como um dos limitadores da revisão realizada.	() Sim () Não
14) O conflito de interesses foi descrito? Fontes potenciais de apoio devem ser claramente apontadas tanto na revisão sistemática quanto nos estudos incluídos. Se não há conflito de interesses, de igual maneira, o autor deve informar ao leitor a ausência de fontes potenciais de conflito.	() Sim () Não
Total	

Fonte: Costa, et al. (2015).

APÊNDICE B - Formulário de extração de dados de revisão

Variável de interesse	Registro
Título do artigo	
Idioma	
Ano e local de publicação	
Formação dos autores	
Área de concentração da pesquisa	
Periódico da publicação com ISSN	
Abrangência geográfica e cronológica	
Objetivos	
Tipo de estudo	
Bases de dados utilizadas	
Critérios de inclusão e exclusão	
Instrumentos de medida	
Amostra utilizada no estudo	
Principais resultados	
Conclusão	

Fonte: Próprio autor, 2023.

APÊNDICE C - Formulário de extração de dados de patente

Variável de interesse	Registro
Nº do depósito	
Título da Patente	
Data do Depósito	
Classificação IPC	
País de Origem	
Número do Pedido	
Depositante	
Descrição do Produto	
Objetivo/Destinação	

Fonte: Próprio autor, 2023

APÊNDICE D - Questionário de produção tecnológica

Nome (Cod.): Titulação: Instituição (Cod.):	Formação: Área de atuação: Grupo de pesquisa/desenvolvimento:
---	---

1. Qual a principal área de aplicação do grupo de pesquisa/desenvolvimento?

☐ Neurofuncional	☐ Tecnologia Assistiva
☐ Traumato-Ortopedia	☐ Dermatofuncional
☐ Respiratória	☐ Saúde da mulher
☐ Cardiovascular	☐ Saúde da criança
☐ Saúde do idoso	☐ Outra (especificar): _____

2. Quais os tipos principais de tecnologias e produtos gerados nos projetos?

☐ Tecnologia móvel	☐ Disp. p/ sistema respiratório
☐ Sist. de avaliação/diagnóstico	☐ Eletro e termoterapia
☐ Ap. de auxílio da locomoção	☐ Robótica
☐ Dispositivos ortopédicos	☐ Telessaúde
☐ Realidade virtual/aumentada	☐ Outra (especificar): _____
☐ Tecnologia educacional	

3. A equipe/grupo de desenvolvimento utilizam modelos metodológicos de projetos?

☐ Sim	Qual(s)? _____	☐ Não
------------------------------	----------------	------------------------------

4. Como você e sua equipe/grupo de desenvolvimento definem o nível de complexidade tecnológica dos projetos?

☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	Comentário(s)? _____
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------

5. Os projetos de desenvolvimento tecnológico possuem relação com atividades de ensino em saúde?

☐ Sim	☐ Não	Comentário(s)? _____
------------------------------	------------------------------	----------------------

6. Quais metodologias ou estratégias são utilizadas na interação com atividades de ensino em saúde?

☐ Aprendizagem Baseada em Problemas	☐ Problemática
☐ Aprendizagem Baseada em Equipes	☐ Outra (especificar): _____
☐ Aprendizagem Baseada em Projetos	

7. Qual a fonte principal de financiamento dos projetos desenvolvidos pela sua equipe/grupo?

☐ Público
☐ Privado
☐ Misto (Público/privado)
☐ Próprio

8. Qual a composição da sua equipe/grupo?

☐ Docentes	☐ Técnicos de nível médio
☐ Alunos de graduação	☐ Outro (especificar): _____
☐ Alunos de pós-graduação	
☐ Técnicos de nível superior	

9. Quais competências e habilidades são mais exigidas ou valorizadas na sua equipe/grupo de desenvolvimento?

☐ Motivação/atitude	☐ Habilidades com trabalhos manuais
☐ Criatividade	☐ Habilidades em recursos digitais
☐ Trabalho em equipe	☐ Análise de problemas
☐ Capacidade de comunicação	☐ Outra (especificar): _____

10. Qual etapa do processo de desenvolvimento tecnológico você considera como mais importante?

☐ Definição do problema	☐ Desenvolvimento final do produto
☐ Pesquisa e análise de dados	☐ Outra (especificar): _____
☐ Definição de requisitos	
☐ Protótipo e avaliação do produto	

11. Qual ação/tarefa específica representa maior dificuldade no processo de desenvolvimento dos projetos?

☐ Escrita/organização do projeto	☐ Outra (especificar): _____
☐ Pesquisa de anterioridade e de similares	
☐ Especificações técnicas (materiais, ergonomia, etc.)	
☐ Representação gráfica (ilustrações, desenhos técnicos, etc.)	
☐ Construção de protótipos	

12. Quais as principais Limitações e dificuldades encontradas no desenvolvimento dos projetos?

☐ Recursos financeiros	☐ Divulgação e registro das tecnologias produtos
☐ Infraestrutura	☐ Suporte multiprofissional
☐ Capacitação técnica	☐ Outra (especificar): _____
☐ Capacitação metodológica	

13. Qual tipo de recurso poderia facilitar os processos envolvidos nos projetos?

☐ Manual em texto e imagens	☐ Web Aplicativo (programa online)
☐ Vídeo guia/aula	☐ Outra (especificar): _____
☐ Aplicativo de dispositivo móvel	
☐ Programa de computador	

APÊNDICE E - Instrumento de validação de aplicativo educacional

1 = inadequado, 2 = parcialmente adequado, 3 = adequado, 4 = totalmente adequado

Pedagógico	1	2	3	4
1. O Aplicativo permite reflexão sobre a utilização de projetos tecnológicos na prática profissional.				
2. O Aplicativo mostra claramente os processos e etapas de um projeto de tecnológico.				
3. O Aplicativo permite o desenvolvimento de competências profissionais relacionadas ao tema				
4. O Aplicativo estimula a autonomia do aluno.				
5. O Aplicativo pode contribuir para mudanças de comportamento e atitude no ensino e na prática.				
Conteúdo	1	2	3	4
6. O conteúdo utilizado no Aplicativo é baseado em referências confiáveis.				
7. O conteúdo é adequado à proposta pedagógica.				
8. O Aplicativo é adequado ao perfil sociocultural do público-alvo.				
9. Os conteúdos do Aplicativo são apresentados de forma clara e concisa.				
10. O conteúdo propõe conhecimentos novos para o público-alvo.				
Apresentação	1	2	3	4
11. A apresentação geral do Aplicativo é adequada.				
12. O layout do Aplicativo é atraente para o público-alvo e visualmente agradável.				
13. O Aplicativo é adequado quanto à quantidade de informações por tela.				
14. O Aplicativo é visualmente interessante para o usuário.				
Funcionalidade e usabilidade	1	2	3	4
15. O sistema possui as funcionalidades necessárias para utilização à distância				
16. O Aplicativo é autoexplicativo.				
17. O Aplicativo é fácil de aprender e usar.				
18. O Aplicativo fornece estímulos motivadores.				
19. O Aplicativo possibilita inserir resultados após a conclusão de cada etapa de projeto.				
20. A transição de telas facilita a usabilidade ao usuário.				

Fonte: Adaptado de Barbosa, Belian e Araújo (2020).

APÊNDICE F - Guia rápido do aplicativo

FisioDesk 1.0

Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação

GUIA RÁPIDO DO APLICATIVO

TELAS PRINCIPAIS

Tela Home

Tela de apresentação: Menu lateral, menu inferior, área de visualização de projetos iniciados e etapas de projetos iniciadas.

Menu lateral: Nome e informações do aplicativo, informações sobre os autores, links úteis (Bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas), perfil do usuário.

Menu inferior: ícones de acesso às telas Home, Categorias, projeto e etapas, equipe e guias.

Meus projetos: Exibe os projetos criados pelo usuário.

Minhas etapas iniciadas: Exibe as etapas de projeto iniciadas pelo usuário.



Tela Categorias

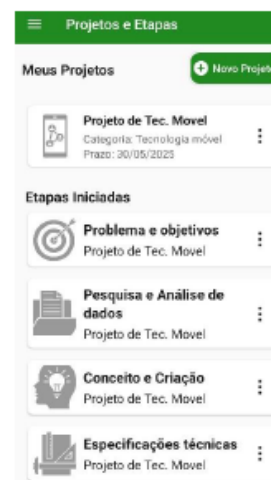
Exibe as categorias de projeto disponibilizadas no aplicativo, definidas por meio de estudos de embasamento na área de Fisioterapia e reabilitação. Cada categoria contém definições e exemplos de produtos, assim como, um modelo de etapas de projeto, com descrição de ações e resultados esperados em cada etapa

Tela Projetos e Etapas

Exibe os projetos criados pelo usuário e as etapas iniciadas nos projetos. Os projetos exibidos dão acesso à tela específica de cada projeto (tela detalhes do projeto). Exibe também o botão para criação de novos projetos.

Tela Detalhes do Projeto

Exibe informações do projeto como nome, categoria e descrição, status de execução, prazo, responsável pelo projeto, e as etapas iniciadas no projeto. Exibe um botão de edição das informações do projeto e um botão de iniciação de nova etapa.



Tela Etapa

Exibe as informações das etapas iniciadas do projeto como nome e descrição, status de execução, prazo e responsável pela etapa. A área de resultados possui campos para inserção de comentários de texto, links de arquivos e imagens produzidos.

Tela Novo Projeto

Tela de criação de novos projetos, na qual são apresentados campos para seleção da categoria, inserção de informações do projeto como nome e descrição. Também são definidos o responsável pelo projeto e o prazo de execução.

Tela Nova Etapa

Tela de iniciação de etapas do projeto, na qual são apresentados campos para seleção da etapa, responsável e prazo de execução.

Tela Equipe

Apresenta membros da equipe cadastrada no aplicativo e disponibiliza informações de contato dos membros da equipe como e-mail e telefone.

Tela Guias

Material de apoio para utilização do aplicativo e dados de pesquisas sobre produção tecnológica nas áreas de ensino em saúde, Fisioterapia e reabilitação.

- Guia de utilização do aplicativo.
- Métodos de Projeto em saúde (ebook).
- Painel tecnológico sobre produção tecnológica em Fisioterapia e reabilitação.
- Artigos científicos relacionados a tecnologias em saúde, Fisioterapia e reabilitação.



FUNÇÕES DO APLICATIVO

Criação do perfil do usuário

No primeiro acesso ao aplicativo, será solicitado a criação de um perfil de usuário com nome, telefone, e-mail do usuário, e definição de uma senha. Na aba "Perfil do usuário" do menu lateral, pode-se e editar as informações do perfil.

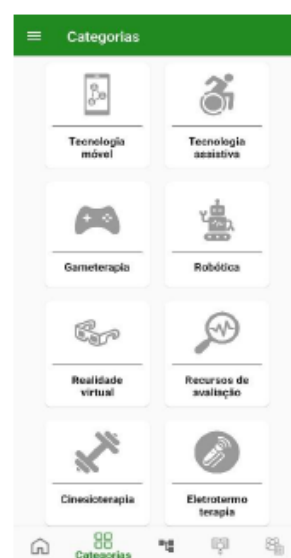


Gerenciando a equipe de projetos

Na aba “Equipe” do menu inferior, adicione membros a sua equipe de projeto, preenchendo e editando informações como nome, telefone e e-mail dos membros da equipe.

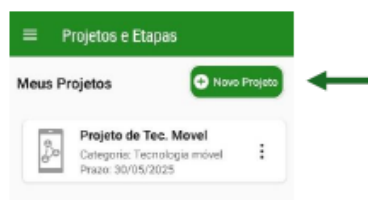
Consultando as categorias de projeto e suas etapas

1. No menu inferior da tela home, acione a aba “Categorias”;
2. Na tela “Categorias” acione o ícone da categoria desejada;
3. Na tela da categoria selecionada são descritas informações gerais sobre projetos da categoria. Clicando em “saiba mais”, são exibidas e descritas as etapas de projeto na categoria.



Adicionando um novo projeto

1. No menu inferior da tela home, acione a aba “Projetos e etapas”;
2. Na tela Projeto e etapas, acione o botão “Novo projeto”;
3. Na tela Novo projeto, selecione a categoria do projeto, preencha as informações (Nome do projeto, descrição, responsável e prazo) e acione o botão “Adicionar projeto”.

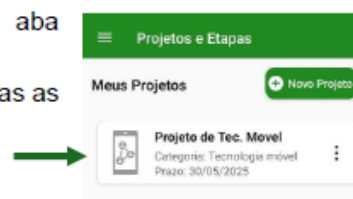


Iniciando uma etapa de projeto

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas”, localize o projeto desejado;
2. Na tela do projeto selecionado, acione o botão “Nova etapa”;
3. Na tela “Nova etapa”, selecione a etapa desejada e informe o responsável e o prazo.

Consultando um projeto criado

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione o projeto desejado;
2. Na tela “Detalhes do Projeto” selecionado são exibidas as informações do projeto e as etapas iniciadas.



Consultando uma etapa iniciada

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto desejada;
2. Na tela da etapa selecionada são exibidas as informações da etapa.

Inserindo resultados de projeto

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto na qual deseja inserir resultados;
2. Na tela da etapa selecionada, na seção “Resultados”, insira comentários e/ou dados em texto, links de arquivos e de imagens.



Editando informações de um projeto

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione o projeto desejado;
2. Na tela do projeto selecionado acione o botão “Editar”
3. Na tela de edição do projeto podem ser editadas informações como nome do projeto, descrição, responsável e prazo.

Editando informações de uma etapa

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto desejada;
2. Na tela da etapa selecionada edite diretamente informações como descrição, responsável, prazo e resultados.

Consultando material de apoio

1. Na aba “Links úteis” do menu lateral, acesse links que direcionam a bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas;
2. Na aba “Guias e artigos” do menu inferior acesse materiais de apoio como guia do aplicativo, ebooks e artigos relacionados ao tema de tecnologia em saúde e reabilitação.

APÊNDICE G - Roteiro de aplicação e avaliação

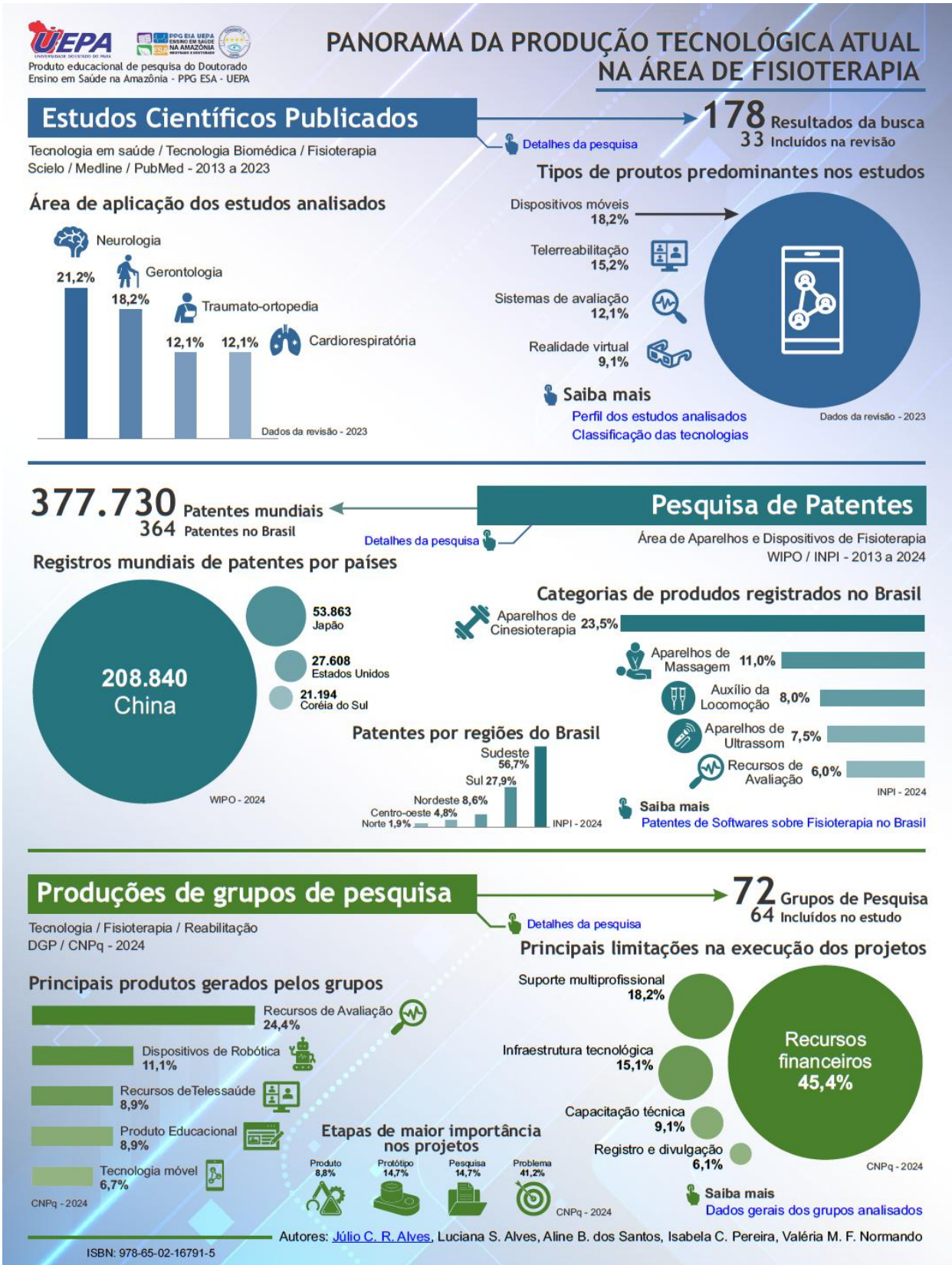
ROTEIRO DE AVALIAÇÃO DO APLICATIVO FisioDesk 1.0 Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação Crie um perfil de usuário No primeiro acesso ao aplicativo, crie um perfil de usuário com nome, telefone, e-mail e senha. Na aba "Perfil do usuário" do menu lateral, é possível editar os dados do usuário. Gerencie a equipe de projeto Na aba "Equipe" do menu inferior, preencha e edite informações como nome, telefone e e-mail dos membros da equipe de projetos. Consulte as categorias de projeto e suas etapas 1. No menu inferior da tela home, acione a aba "Categorias"; 2. Na tela "Categorias" acione o ícone da categoria desejada; 3. Na tela da categoria em "saiba mais" são descritas as etapas de projeto. Adicione um novo projeto 1. No menu inferior da tela home, acione a aba "Projetos e etapas"; 2. Na tela Projeto e etapas, acione o botão "Novo projeto"; 3. Na tela "Novo projeto", selecione a categoria, preencha as informações (nome do projeto, descrição, responsável e prazo) e acione "Adicionar projeto". Consulte um projeto criado 1. Na seção "Meus projetos" da tela home ou na aba "Projetos e etapas" selecione o projeto desejado; 2. Na tela do projeto selecionado são exibidas as informações do projeto. Edite informações de um projeto 1. Na seção "Meus projetos" da tela home ou na aba "Projetos e etapas" selecione o projeto desejado; 2. Na tela do projeto selecionado acione o botão "Editar" 3. Na tela de edição do projeto podem ser editadas informações como nome do projeto, descrição, responsável e prazo.	Inicie uma etapa de projeto 1. Na seção "Meus projetos" da tela home ou na aba "Projetos e etapas", localize o projeto desejado; 2. Na tela do projeto selecionado, acione o botão "Nova etapa"; 3. Na tela "Nova etapa", selecione a etapa desejada e informe o responsável e o prazo de execução. Consulte uma etapa iniciada 1. Na seção "Minhas etapas iniciadas" da tela home ou na aba "Projetos e etapas" selecione a etapa de projeto desejada; 2. Na tela da etapa selecionada são exibidas as informações da etapa. Edite informações de uma etapa 1. Na seção "Minhas etapas iniciadas" da tela home ou na aba "Projetos e etapas" selecione a etapa de projeto desejada; 2. Na tela da etapa podem ser editadas diretamente informações como descrição, responsável, prazo e resultados. Insira resultados de projeto 1. Na seção "Minhas etapas iniciadas" da tela home ou na aba "Projetos e etapas" selecione a etapa de projeto na qual deseja inserir resultados; 2. Na tela da etapa selecionada, na seção "Resultados", insira comentários e/ou dados em texto, links de arquivos e de imagens. Consulte materiais de apoio 1. Na aba "Links úteis" do menu lateral, acesse links para bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas; 2. Na aba "Guias e artigos" do menu inferior acesse materiais de apoio como guia do aplicativo, ebooks e artigos relacionados ao tema.
---	--

APÊNDICE H - System Usability Scale (SUS)

Questão	Discordo totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente
1	1	2	3	4	5
	“Eu acho que gostaria de usar este sistema frequentemente.”				
2	1	2	3	4	5
	“Eu achei o sistema desnecessariamente complexo.”				
3	1	2	3	4	5
	“Eu achei o sistema fácil para usar.”				
4	1	2	3	4	5
	“Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar este sistema.”				
5	1	2	3	4	5
	“Eu achei que as diversas funções neste sistema foram bem integradas.”				
6	1	2	3	4	5
	“Eu achei que houve muita inconsistência neste sistema.”				
7	1	2	3	4	5
	“Eu imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema rapidamente.”				
8	1	2	3	4	5
	“Eu achei o sistema muito pesado para uso.”				
9	1	2	3	4	5
	“Eu me senti muito confiante em utilizar esse sistema.”				
10	1	2	3	4	5
	“Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse começar a utilizar esse sistema.”				

Fonte: Ferreira et al., 2022.

APÊNDICE I - Painel digital interativo



APÊNDICE J - Guia de aplicação pedagógica

FisioDesk 1.0

Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação

GUIA DE APLICAÇÃO PEDAGÓGICA DO APP

PROJETOS PIBITI e PIBIC

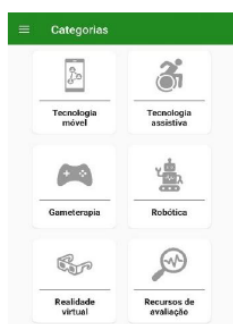
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI)

Contempla projetos que visam contribuir para a formação e o engajamento de estudantes do ensino técnico e superior ao desenvolvimento e transferência de novas tecnologias e inovação, bem como para o fortalecimento da capacidade inovadora das empresas no País. (Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq)

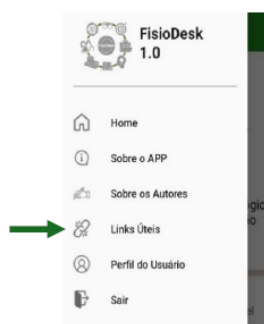
O programa contempla projetos relacionados ao desenvolvimento tecnológico e processos de inovação, com vínculo a empresas e/ou organizações sociais. Os projetos de PIBIT são geralmente voltados a alunos de graduação de diversas áreas e devem incluir métodos e etapas do projeto, recursos e infraestrutura e um plano de trabalho dos bolsistas.

Visando auxiliar, organizar e fornecer conteúdo metodológico, o App FisioDesk pode ser utilizado em diversos momentos do projeto de PIBIT, como por exemplo:

- Embasamento metodológico sobre as etapas de execução do projeto de acordo as categorias de projeto e suas particularidades.
- Disponibilização de materiais de apoio para contextualização específica na área de Fisioterapia e reabilitação.
- Direcionamento por meio de hiperlinks a bases para levantamento bibliográfico, pesquisa de similares, legislações e normas técnicas relacionadas.
- Gerenciamento de equipe, por meio da atribuição de membros, tarefas e definição de prazos.
- Gerenciamento de projetos, sequenciamento de etapas e acompanhamento de resultados.



Embasamento metodológico



Acesso a bases de pesquisa

Autores: Júlio C. R. Alves, Luciana S. Alves, Valéria M. F. Normando
Universidade do Estado do Pará / PPG Doutorado ESA
Contato: rocha_alvesjc@hotmail.com

O conteúdo do App relacionado a metodologias de projetos tecnológicos segue uma adaptação do modelo conceitual de etapas de projeto proposto por Alves, Falcão e Normando, (2020). Cada categoria apresenta uma descrição específica das etapas de projeto, mantendo uma base conceitual comum apresentada a seguir:

Base conceitual de etapas de projeto utilizada no App

Problema e objetivos	Identificação da problemática central que o produto busca solucionar, definindo objetivos, prioridades e diretrizes para o projeto, com foco no usuário do produto e na sua funcionalidade.
Pesquisa e Análise	Levantamento de expectativas do usuário e requisitos do projeto, como usabilidade, ergonomia e antropometria, bem como informações sobre bases legais, normas técnicas, similares no mercado e patentes.
Conceito e Criação	Tradução dos dados analisados em ideias de solução para o projeto, por meio de ferramentas de criatividade, permitindo a escolha das alternativas que respondem melhor aos objetivos do projeto.
Especificações técnicas	Definir recursos e tecnologias incorporadas ao projeto; descrição das características como materiais, dimensões, componentes, ergonomia, funcionalidade, usabilidade, segurança e atributos estéticos.
Protótipo e avaliação	Construção de modelos digitais, e/ou protótipos de baixa ou alta fidelidade para avaliação de atributos e execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade.
Produto finalizado	Construção de um modelo totalmente funcional do produto para testes em contexto real com usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto.
Registro e Patente	Descrição das formas e sítios de registro de acordo com os diferentes tipos de produto.

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)

Programa voltado à projetos de pesquisa, cuja finalidade é o desenvolvimento do pensamento científico e iniciação à pesquisa de estudantes de graduação do ensino superior. Visa despertar vocação científica e incentivar talentos potenciais entre estudantes de graduação universitária, mediante participação em projeto de pesquisa, orientados por pesquisador qualificado. (Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq).

Apesar do foco em projetos de pesquisa, os projetos de PIBIC também podem abranger a temática de inovação tecnológica, assim sendo, o App FísioDesk pode ser utilizado nestes projetos principalmente nas etapas de pesquisa e análise de dados, apontando os tipos de levantamentos necessários e fornecendo ligações diretas a bases de pesquisas.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

A Aprendizagem Baseada em Projeto (ABPj) tem por objetivo estruturar a resolução de problemas reais relacionados à projetos de desenvolvimento de produtos ou serviços. A aprendizagem é deflagrada pelo confronto com questões norteadoras instigantes, abrangendo conteúdos significativos e interessantes, com o intuito de motivar os alunos a realizarem investigações de maneira autônoma e conjunta, em equipes (Alves, 2021).

Execução da atividade de ABPj

A estruturação de atividades de ABPj precisa ser planejada com etapas definidas e integradas com início, meio e fim. As fases ou etapas previstas podem variar conforme a necessidade do problema de projeto ou dos objetivos estabelecidos. Segue exemplo de organização de etapas em uma atividade de ABPj:

Etapas da atividade de ABPj



- **Tema:** A motivação é um dos pontos chaves para a aprendizagem, portanto a problemática deve partir dos próprios alunos.
- **Equipes do projeto:** Organizar alunos em equipes, com tarefas e responsabilidades, pode trazer mais dinamismo e motivação ao projeto.
- **Objetivos:** Os alunos deverão ser capazes de interpretar, aplicar o conhecimento, analisar e decompor um problema, sintetizar um assunto e avaliar evidências.
- **Atividades:** Realizar pesquisas, formular hipóteses e definir estratégias são ações que devem ser protagonizadas pelas equipes.
- **Acompanhamento:** Requer um educador participativo, que questiona, argumenta, orienta e desafia os seus alunos na busca pela resolução do problema.
- **Conclusão:** Nesta etapa são apresentados os resultados ou produtos gerados no projeto.
- **Avaliação:** Deve possuir um valor sociocultural e possibilitar novas indagações que valorizem as habilidades e competências desenvolvidas.

O App FisioDesk pode ser utilizado para auxiliar atividades de ABPj principalmente por meio das funções de:

- Gerenciamento de equipe de projeto, por meio da atribuição de membros, tarefas e definição de prazos.
- Gerenciamento de projetos, sequenciamento de etapas e acompanhamento de resultados.
- Disponibilização de materiais de apoio para contextualização específica na área de Fisioterapia e reabilitação.

COMPETÊNCIAS

O ensino fundamentado no desenvolvimento de competências profissionais parte do mundo real com a intenção de transformá-lo. Os projetos tecnológicos possibilitam ao aluno desenvolver competências como pensamento crítico, colaboração, comunicação, e criatividade, que serão úteis no trabalho e na vida. Um professor em ambiente de criativo e inovador ensina e avalia explicitamente essas habilidades (Alves, 2021).

Atividades pedagógicas envolvendo projetos de inovação tecnológica com o auxílio do App FísioDesk, podem desenvolver diversas habilidades, dentre as quais podemos destacar:

- **Motivação e Iniciativa:** Relaciona-se às estratégias individuais para aprender, gerir esforços e monitorar o progresso da aprendizagem.
- **Criatividade:** relacionada à capacidade de inovação por meio de um conhecimento vasto e diversificado da realidade e do domínio de conhecimento específico.
- **Trabalho em equipe:** Baseada no diálogo e na interação entre os alunos, o que contempla as habilidades de comunicação e trabalho colaborativo.
- **Pensamento crítico:** Capacidade de instigar a investigação, a curiosidade e disposição em pensar além do óbvio.
- **Integração de conteúdos:** Os alunos, para solucionar um problema, devem recorrer a conhecimentos prévios, discutir, estudar e integrar os novos conhecimentos.
- **Capacidade de comunicação:** Por meio da comunicação que surgem as trocas de ideias, discussões e os conflitos entre os elementos dos grupos.
- **Análise de problemas:** Atividades de projetos permitem que os estudantes confrontem questões e problemas significativos, determinem a maneira de abordá-los e estabeleçam uma ação colaborativa.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. C. R. Desenvolvimento de uma mídia audiovisual como recurso de ensino em projetos de produtos para área da saúde. Dissertação de mestrado (PPG Ensino em Saúde na Amazônia), Belém, 2021.

ALVES, J. C. R.; FALCÃO, L. F. M.; NORMANDO, V. M. F. Métodos de projetos de produtos para áreas da saúde: guia complementar para a criação de produtos tecnológicos. Belém: EDUEPA, 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Cnpq. Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq. Disponível: http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/624883

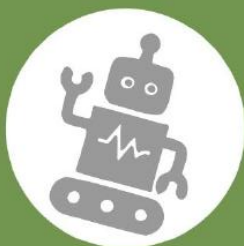
APÊNDICE K - Guia de utilização do aplicativo

FisioDesk 1.0

Assistente para projetos tecnológicos
em Fisioterapia e reabilitação

GUIA DE UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO

Júlio Cesar R. Alves, Luciana S. Alves, Valéria M. F. Normando



FICHA CATALOGRÁFICA**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Alves, Júlio Cesar R.

Fisiodesk 1.0 : assistente para projetos tecnológicos em fisioterapia e reabilitação [livro eletrônico] : Guia de utilização do aplicativo / Júlio Cesar R. Alves, Luciana S. Alves, Valéria M. F. Normando. -- Belém, PA : Ed. dos Autores, 2026. PDF

ISBN 978-65-02-16792-2

1. Fisioterapia 2. Medicina e saúde
3. Reabilitação médica 4. Tecnologia I. Alves,
Luciana S. II. Normando, Valéria M. F. III. Título.

26-368824.0

CDD-615.82

Índices para catálogo sistemático:

1. Fisioterapia : Reabilitação médica : Ciências
médicas 615.82

Livia Dias Vaz - Bibliotecária - CRB-8/9638

FisioDesk 1.0

Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação

GUIA DE UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO

SOBRE OS AUTORES

Júlio Cesar da Rocha Alves

Fisioterapeuta

Mestre e doutorando em Ensino em Saúde na Amazônia

Universidade do Estado do Pará (UEPA)

Luciana da Silva Alves

Graduanda em Fisioterapia

Universidade do Estado do Pará (UEPA)

Valéria Marques Ferreira Normando

Doutora em Neurociências e Biologia Celular

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Saúde na Amazônia

Universidade do Estado do Pará (UEPA)



Este Guia constitui um produto técnico tecnológico vinculado ao
Programa de Pós-Graduação Doutorado Ensino em Saúde na Amazônia
Universidade do Estado do Pará - UEPA



Belém-PA
2026

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
BASE CONCEITUAL	6
DOWNLOAD E INSTALAÇÃO.....	7
TELAS PRINCIPAIS	8
FUNÇÕES DO APLICATIVO	10
CONTEÚDO DO APLICATIVO	12
APLICAÇÕES PEDAGÓGICAS.....	27
REFERÊNCIAS	30

FisioDesk 1.0

Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação

GUIA DE UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO

APRESENTAÇÃO

Sobre o aplicativo

Este guia se refere ao Assistente de criação de projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação, um recurso digital na forma de um *Aplicativo para* dispositivos móveis com sistema Android criado com base em informações reunidas em estudos de embasamento sobre atividades de ensino e desenvolvimento tecnológico. O recurso visa auxiliar os processos de produção tecnológica na área de Fisioterapia e reabilitação. Os requisitos do produto foram definidos de modo a permitir uma Interface atrativa, acessibilidade ampla, usabilidade intuitiva, conteúdo significativo e abrangência aos principais tipos de projetos e produtos identificados, assim como a adaptabilidade a diferentes contextos e estratégias de ensino.

Objetivo

Fornecer um recurso digital de assistência para criação de projetos tecnológicos em atividades de ensino, pesquisa e inovação na área de Fisioterapia e reabilitação

Público-alvo

Grupos de pesquisa, alunos, docentes e técnicos com atuação na área de tecnologia e reabilitação.

Aplicabilidade

Atividades e projetos de ensino e pesquisa em inovação tecnológica em nível de graduação e pós-graduação como projetos de iniciação científica e tecnológica, e estratégias de aprendizagem baseada em projetos.

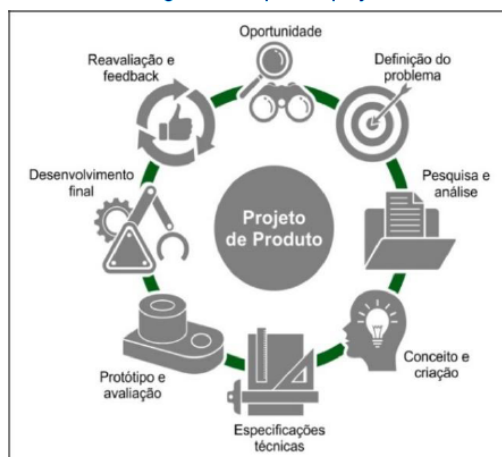
Vinculação

O aplicativo consiste em um produto educacional proveniente de pesquisa do Programa de Pós-Graduação Doutorado Ensino em Saúde na Amazônia – UEPA.

BASE CONCEITUAL

O conteúdo do App relacionado a metodologias de projetos tecnológicos segue uma adaptação do modelo conceitual de etapas de projeto para área da saúde proposto por Alves, Falcão e Normando, (2020).

Modelo metodológico de etapas de projetos em saúde



Fonte: Alves, Falcão e Normando, 2020.

Cada categoria apresenta uma descrição específica das etapas de projeto, mantendo uma base conceitual comum apresentada a seguir:

Base conceitual de etapas de projeto utilizada no App

Problema e objetivos	Identificação da problemática central que o produto busca solucionar, definindo objetivos, prioridades e diretrizes para o projeto, com foco no usuário do produto e na sua funcionalidade.
Pesquisa e Análise	Levantamento de expectativas do usuário e requisitos do projeto, como usabilidade, ergonomia e antropometria, bem como informações sobre bases legais, normas técnicas, similares no mercado e patentes.
Conceito e Criação	Tradução dos dados analisados em ideias de solução para o projeto, por meio de ferramentas de criatividade, permitindo a escolha das alternativas que respondem melhor aos objetivos do projeto.
Especificações técnicas	Definir recursos e tecnologias incorporadas ao projeto; descrição das características como materiais, dimensões, componentes, ergonomia, funcionalidade, usabilidade, segurança e atributos estéticos.
Protótipo e avaliação	Construção de modelos digitais, e/ou protótipos de baixa ou alta fidelidade para avaliação de atributos e execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade.
Produto finalizado	Construção de um modelo totalmente funcional do produto para testes em contexto real com usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto.
Registro e Patente	Descrição das formas e sítios de registro de acordo com os diferentes tipos de produto.

DOWNLOAD E INSTALAÇÃO

O aplicativo é direcionado a dispositivos móveis que utilizam o sistema operacional Android. A instalação deve ser feita por meio do arquivo APK disponível para download na plataforma de produtos educacionais Portal EduCapes por meio do link ou QR code abaixo.

<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/1179861>



Após o download do arquivo APK, basta localizar o arquivo e seguir as instruções do sistema para instalação. O arquivo APK foi previamente verificado pelo sistema Play Protect Android, mas fique à vontade para verificar novamente.

TELAS PRINCIPAIS

Tela Home

Tela de apresentação: Menu lateral, menu inferior, área de visualização de projetos iniciados e etapas de projetos iniciadas.

Menu lateral: Nome e informações do aplicativo, informações sobre os autores, links úteis (Bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas), perfil do usuário.

Menu inferior: Categorias de projeto, projeto e etapas, equipe, guias e artigos.

Meus projetos: Exibe os projetos criados pelo usuário.

Minhas etapas iniciadas: Exibe as etapas iniciadas nos projetos do usuário.



Tela Categorias



Exibe as categorias de projeto disponibilizadas no aplicativo, definidas por meio de estudos de revisão da literatura, estudo de patentes e com grupos de pesquisa na área de Fisioterapia e reabilitação.

- Tecnologia móvel
- Tecnologia assistiva
- Gameterapia
- Realidade virtual
- Recursos de Robótica
- Recursos de avaliação
- Cinesioterapia
- Produto educacional
- Eletrotermoterapia
- Recursos cardiorespiratórios

Cada categoria contém definições e exemplos de produtos, assim como, um modelo de etapas de projeto, com descrição das ações necessárias e resultados esperados em cada etapa.

Tela Projetos e Etapas

Exibe os projetos criados pelo usuário e as etapas iniciadas nos projetos. Os projetos exibidos dão acesso à tela específica de cada projeto (tela detalhes do projeto). Exibe também o botão para criação de novos projetos.

Tela Detalhes do Projeto

Exibe as informações do projeto como nome, categoria, descrição, status de execução, prazo, responsável pelo projeto, e as etapas iniciadas no projeto. Exibe um botão de edição das informações do projeto e um botão de iniciação de nova etapa.

Tela Etapa

Exibe as informações das etapas iniciadas do projeto como nome e descrição, apresenta a área de seleção de status de execução, área de definição de prazo, e responsável pela etapa, e as etapa. A área de resultados disponibiliza campos para inserção de comentários de texto, links de arquivos e imagens produzidos na etapa. Exibe também um botão de edição das informações da etapa.

Tela Novo Projeto

Tela de criação de novos projetos, na qual são apresentados campos para seleção da categoria, inserção de informações do projeto como nome e descrição. Também são definidos o responsável pelo projeto e o prazo de execução.

Tela Nova Etapa

Tela de iniciação de etapas do projeto, na qual são apresentados campos para seleção da etapa, responsável e prazo de execução.

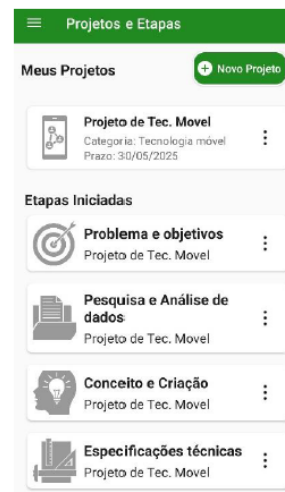
Tela Equipe

Apresenta a equipe de projeto cadastrada no aplicativo e disponibiliza informações de contato dos membros da equipe como e-mail e telefone.

Tela Guias

Material de apoio para utilização do aplicativo e dados de pesquisas sobre produção tecnológica nas áreas de ensino em saúde, Fisioterapia e reabilitação.

- Guia de utilização do aplicativo.
- Métodos de Projeto em saúde, um guia complementar para o desenvolvimento de projetos de produtos em saúde (ebook).



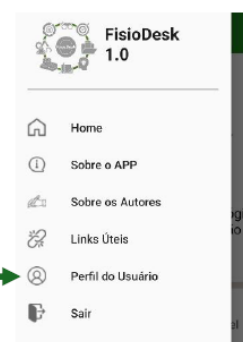
- Painel tecnológico interativo com dados de pesquisa sobre produção tecnológica em Fisioterapia e reabilitação.
- Artigos científicos relacionados ao tema de tecnologia em saúde, Fisioterapia e reabilitação.

FUNÇÕES DO APLICATIVO

Criação do perfil do usuário

No primeiro acesso ao aplicativo, será solicitado a criação de um perfil de usuário com nome, telefone, e-mail do usuário, e definição de uma senha.

Na aba “Perfil do usuário” do menu lateral, pode-se e editar as informações do perfil do usuário.



Gerenciando a equipe de projetos

Na aba “Equipe” do menu inferior, adicione membros a sua equipe de projeto, preenchendo e editando informações como nome, telefone e e-mail dos membros da equipe.

Consultando as categorias de projeto e suas etapas

1. No menu inferior da tela home, acione a aba “Categorias”;
2. Na tela “Categorias” acione o ícone da categoria desejada;
3. Na tela da categoria selecionada são descritas informações gerais sobre projetos da categoria. Clicando em “saiba mais”, são exibidas e descritas as etapas de projeto na categoria.

Adicionando um novo projeto

1. No menu inferior da tela home, acione a aba “Projetos e etapas”;
2. Na tela Projeto e etapas, acione o botão “Novo projeto”;
3. Na tela Novo projeto, selecione a categoria do projeto, preencha as informações (Nome do projeto, descrição, responsável e prazo) e acione o botão “Adicionar projeto”.

Iniciando uma etapa de projeto

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas”, localize o projeto desejado;
2. Na tela do projeto selecionado, acione o botão “Nova etapa”;
3. Na tela “Nova etapa”, selecione a etapa desejada e informe o responsável e o prazo.

Consultando um projeto criado

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione o projeto desejado;
2. Na tela do projeto selecionado são exibidas as informações do projeto e as etapas iniciadas.

Consultando uma etapa iniciada

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto desejada;
2. Na tela da etapa selecionada são exibidas as informações da etapa.

Inserindo resultados de projeto

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto na qual deseja inserir resultados;
2. Na tela da etapa selecionada, na seção “Resultados”, insira comentários e/ou dados em texto, links de arquivos e de imagens.

Editando informações de um projeto

1. Na seção “Meus projetos” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione o projeto desejado;
2. Na tela do projeto selecionado acione o botão “Editar”
3. Na tela de edição do projeto podem ser editadas informações como nome do projeto, descrição, responsável e prazo.

Editando informações de uma etapa

1. Na seção “Minhas etapas iniciadas” da tela home ou na aba “Projetos e etapas” selecione a etapa de projeto desejada;
2. Na tela da etapa selecionada edite diretamente informações como descrição, responsável, prazo e resultados.

Consultando material de apoio

1. Na aba “Links úteis” do menu lateral, acesse links que direcionam a bases de dados científicos, bases de patentes, Leis e normas relacionadas;
2. Na aba “Guias e artigos” do menu inferior acesse materiais de apoio como guia do aplicativo, ebooks e artigos relacionados ao tema de tecnologia em saúde e reabilitação.

CONTEÚDO DO APLICATIVO



TECNOLOGIA MÓVEL

São recursos intermediados por **plataformas online** e **aplicativos** para dispositivos móveis (smartphones ou tablets). Entre as funções destes recursos podemos citar a detecção de demandas em saúde, por exemplo, por meio de questionários e softwares de monitoramento clínico, auxiliar o autogerenciamento, fornecer informações educativas, reabilitação e atividade física remota, reabilitação postural, rastreadores de sintomas e apoio de pares para melhorar a adesão ao tratamento (Andreotti et al., 2021).

Problema e objetivos

O **foco do projeto** de Tecnologia Móvel deve estar na **interface** e na **interação** do usuário com o sistema, buscando identificar o **problema principal** que motivou o projeto, a fim de definir os **objetivos** do recurso proposto.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar **pesquisa de similares** tanto na literatura científica quanto no mercado e em bases de registro (Google play, INPI, etc.). Pesquisar **referências teóricas** para a definição do **conteúdo** da tecnologia de acordo com o tipo de intervenção. Explorar possibilidades técnicas para a aplicação digital como a **linguagem de programação** e os modos de **interatividade** e tipos de mídias utilizadas. Pesquisar **leis e normas técnicas** que possam influenciar o projeto, como a LGPD.

Conceito e Criação

Na geração de **conceitos e ideias de solução**, dar ênfase aos aspectos **estéticos** e de **interatividade** na interface com o usuário, por meio de recursos como pesquisa de **imagens, mapas conceituais e brainstorm**. As ideias referentes a **cores, estilos e diagramação** devem ser analisadas, assim como, o modo de apresentação das informações.

Especificações técnicas

Definição e **detalhamento** dos **recursos e tecnologias** a serem adotados de acordo com o produto. Softwares baseados na web funcionam como aplicativos com acesso mediante um **navegador web** hospedado em um servidor, **Aplicativos móveis**, são instalados no dispositivo, podendo oferecer **funções offline**. Em ambos os casos é preciso detalhar as funções oferecidas, a compatibilidade com navegadores, sistemas operacionais e limitações quanto a dispositivos específicos, assim como detalhar a definição do código digital do produto.

Protótipo e avaliação

Construção de **protótipos** ou **modelos de testes** das aplicações digitais. Realizar testes de **funcionalidade** nas diversas plataformas e sistemas abrangidos, testes de **usabilidade** e de **estabilidade** nos dispositivos com previsão de aplicação (smartfones, tablets, PCs, etc.). Realizar os ajustes e adequações requeridas de acordo com os testes realizados.

Produto

Após a realização de ajustes e aprimoramentos na etapa de protótipo, deve-se seguir o desenvolvimento do **modelo totalmente funcional** da aplicação digital móvel com vistas à utilização pelo público-alvo e no alcance do objetivo do projeto. Nesta etapa podem surgir novas demandas de melhorias visando uma versão final do recurso.

Registro e Patente

Produtos digitais como plataformas online e aplicativos para dispositivos móveis podem ser registrados no INPI (Apps e softwares) ou na plataforma de registro de domínios para a internet no Brasil (aplicações baseadas na web).



TECNOLOGIA ASSISTIVA

Pode ser entendida como um auxílio para promover a ampliação de uma **habilidade funcional** deficitária ou possibilitar a realização de funções prejudicadas por deficiências ou pelo envelhecimento. Abrange recursos e dispositivos que auxiliem pessoas com **sequelas de deficiências físicas e mentais** na realização das atividades de vida diária. Um exemplo desse tipo de recurso são **adaptações** de objetos para o dia-a-dia, órteses e próteses, dispositivos de apoio à mobilidade como cadeiras de rodas manuais ou motorizadas, bengalas e andadores, ajudas de transferência, e adaptações de acessibilidade (Brasil/CAT, 2009).

Problema e objetivos

O **foco do projeto** de tecnologia assistiva deve estar no **usuário/destinatário** do produto e na sua funcionalidade, buscando identificar o **problema principal** que despertou a **motivação do projeto**, a fim de definir os **objetivos** do produto proposto.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar **pesquisa de similares** tanto na literatura científica quanto no mercado e em bases de patentes (Bases de dados, INPI, etc.). Pesquisar **leis e normas técnicas** que possam influenciar o projeto (Lei da acessibilidade, NBRs, etc.). Estudar os conceitos e **variáveis ergonômicas** que possam orientar o projeto (tabelas antropométricas, etc.). Explorar possibilidades de **materiais e recursos técnicos**

necessários ao projeto. Coletar dados diretamente com o **usuário/destinatário** do produto (antropometria, funcionalidade, qualidade de vida, etc.).

Conceito e Criação

Utilizar **ferramentas de criatividade** para definir requisitos e alternativas de solução para o projeto. Entre as ferramentas criativas mais utilizadas podemos citar as técnicas de **brainstorm** e a **matriz de alternativas**. A técnica de *brainstorm* é utilizada para gerar ideias de possíveis soluções para o problema. A matriz de alternativas é empregada para avaliar as ideias geradas, permitindo “cruzar” as soluções propostas com os critérios de qualidade. Nesta etapa, é importante explorar as possibilidades estéticas do produto.

Especificações técnicas

Definição e **detalhamento** dos recursos e tecnologias incorporadas ao projeto, assim como, descrição das **características do produto** como materiais, dimensões, componentes, ergonomia, funcionalidade, usabilidade, segurança e atributos estéticos (cores, formas, texturas, etc.). Nesta fase são gerados **desenhos técnicos** detalhados e **tabelas de componentes** com descrição de dimensões, materiais e modos de funcionamento.

Protótipo e avaliação

Construção de **modelos** físicos ou digitais, e/ou **protótipos** de baixa ou alta fidelidade para **avaliação de atributos** e execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade para aprimoramentos e detecção de possíveis falhas no projeto. De acordo com o produto, podem ser usadas diversas técnicas e materiais, como a impressão 3d, e a modelagem digital.

Produto

Após a realização de ajustes e melhorias apontadas na etapa de protótipo, deve-se seguir a construção de um modelo totalmente **funcional** do produto para ser testado em situação e **contexto real** de uso junto a usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto. Nesta etapa podem surgir novas demandas de melhorias visando a definição do **produto final**.

Registro e Patente

Produtos tangíveis ou tridimensionais como a maioria dos recursos de Tecnologia Assistiva podem ser objeto de **pedido de patente**, no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), o que dependerá de fatores como a **originalidade** do invento e a sua **aplicação industrial**.



RECURSOS DE ROBÓTICA

A robótica de reabilitação é um novo ramo tecnológico relacionado à aplicação da **tecnologia robótica** em campos médicos. Abrange tecnologias facilitadoras essenciais para ajudar pessoas que sofrem de **distúrbios do movimento** a restaurar a atividade muscular normal com a possibilidade de resultados mensuráveis (Carpino *et al.*, 2018). Projetos de reabilitação envolvendo recursos de robótica podem incluir neuropróteses robóticas, cadeiras de rodas avançadas, exoesqueletos, treinadores robóticos de marcha, controladores de movimento, mobilizadores vestíveis e diversas outras aplicações.

Problema e objetivos

Definir o problema principal e os objetivos do projeto. O **foco do projeto** de um recurso de robótica deve estar na **funcionalidade** do usuário destinatário do produto, assim como no tipo de **tecnologia robótica** a ser empregada com o objetivo de melhorar a capacidade funcional do indivíduo.

Pesquisa e Análise de dados

A **pesquisa de similares** pode ser realizada na literatura científica, no mercado nacional e internacional, e em bases de patentes (Bases de dados, INPI, Google patentes, WIPO, etc.). Pesquisar os **recursos tecnológicos** envolvidos como placas de controle, servo-motores, atuadores mecânicos, softwares e drivers, etc. Estudar os **modos de interface** com o usuário como dispositivos vestíveis, operacionais ou mistos. Calcular os **custos** envolvidos em projetos de robótica de média e alta complexidade. Pesquisar **leis e normas técnicas** que possam influenciar o projeto.

Conceito e Criação

Utilizar **ferramentas de criatividade** para definir requisitos e alternativas de solução para o projeto. Pode-se empregar as técnicas de **brainstorm** e a **matriz de alternativas** dentre outras. A técnica de *brainstorm* é utilizada para gerar ideias de possíveis soluções o problema. Devido à complexidade dos projetos de robótica, pode ser necessário combinar duas ou mais técnicas.

Especificações técnicas

Com base na análise das alternativas de solução criadas, deve-se **detalhar** e descrever as **características e atributos do produto** como materiais (ligas metálicas, compósitos, polímeros, etc.), dimensões, componentes (placas de controle, servo-motores, atuadores mecânicos, etc.) ergonomia, tipos de interface (vestível, operacional ou misto), funcionalidade e usabilidade. Nesta fase são gerados **desenhos técnicos** detalhados e **tabelas de componentes**.

Protótipo e avaliação

Construção de **modelos digitais** e/ou **protótipos físicos**, podem ser de baixa ou alta fidelidade para **avaliação de atributos** e execução de testes funcionais, ergonômicos, de segurança e usabilidade para aprimoramentos e detecção de possíveis falhas no projeto. De acordo com as especificações do produto, podem ser usadas diversas técnicas e materiais, como a modelagem digital a impressão 3d, a usinagem, fundição, etc.

Produto

Após a realização de ajustes e melhorias apontadas na etapa de protótipo, deve-se seguir a construção de um modelo totalmente **funcional do produto** para ser testado em situação e **contexto real de uso** junto a usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto. Nesta etapa podem surgir novas demandas de melhorias visando a definição de uma versão finalizada do **produto de robótica**.

Registro e Patente

Produtos tangíveis como a maioria dos recursos de robótica podem ser objeto de **pedido de patente**, no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), o que dependerá de fatores como a **originalidade** do invento e a sua **aplicação industrial**. Em caso de haver o desenvolvimento de softwares ou drivers de controle relacionados, estes também podem ser objetos de registro.

GAMETERAPIA



A gameterapia por meio de jogos eletrônicos envolve a aplicação de diversos recursos na reabilitação de incapacidades **físicas** e/ou **cognitivas**, visando um **ambiente motivador** para o desenvolvimento de habilidades e capacidades funcionais (Dias et al., 2017). Uma importante aplicação de jogos na reabilitação física são os “exergames”, que são jogos que promovem exercícios físicos, permitindo um ambiente lúdico e divertido durante as tarefas terapêuticas (Battisti, 2020). Projetos de gameterapia podem abranger adaptações de controles e periféricos para jogos, captura de movimento, ambientes virtuais e até jogos completos.

Problema e objetivos

Ao definir o problema principal e os objetivos, o **foco do projeto** de gameterapia deve estar na **interação** esperada entre o usuário e o sistema do jogo, levando em consideração as características do jogador, os recursos tecnológicos empregados e o **objetivo terapêutico** da atividade.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar **pesquisa de similares** tanto na literatura científica, no mercado e em bases de registro (Google play, Microsoft Store, Nintendo.com, INPI, etc.). Pesquisar os **recursos tecnológicos** envolvidos como de acordo com o objetivo terapêutico, como

plataforma de sistema (Playstation, Microsoft Xbox, Nintendo Wii, Windows, Android, IOS, etc.), recursos de interação e controle (joysticks, sensores de movimento, etc.). Coletar dados do **usuário/destinatário** do produto (antropometria, funcionalidade, qualidade de vida, etc.).

Conceito e Criação

Utilizar **ferramentas de criatividade** para definir requisitos e alternativas de solução para o projeto. Em projetos de terapia por jogos podem ser úteis técnicas como o **brainstorm**, a **pesquisa de imagens** e os **mapas conceituais**, dentre outras, a fim de explorar e selecionar ideias por meio de conceitos imagéticos e referências visuais.

Especificações técnicas

Definição dos **recursos materiais e tecnologias** incorporados ao projeto, assim como, descrição de atributos como materiais, dimensões, componentes, ergonomia, funcionalidade, usabilidade e atributos estéticos (cores, formas, texturas, etc.). Descrever as funções de acordo com tipo de tecnologia e **plataforma** adotada, como os sistemas Microsoft Kinect, Nintendo Wii, Android, Windows, etc. Nesta fase podem ser gerados desenhos técnicos detalhados e tabelas de componentes e de materiais, ou detalhamento de códigos digitais.

Protótipo e avaliação

Construção de protótipos de **dispositivos físicos** ou versões de testes para as **aplicações digitais**. As técnicas e materiais usadas para a confecção do protótipo dependerão das especificações do produto. Realizar testes de funcionalidade, de usabilidade e de estabilidade nos dispositivos de aplicação (consoles, smartphones, tablets, PCs, etc.). Realizar os ajustes e adequações requeridas de acordo com os testes realizados.

Produto

Os aprimoramentos realizados na etapa de protótipo, devem guiar a construção de um modelo **funcional do produto** a ser testado em situação e **contexto real de uso** com usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto. Nesta etapa podem surgir novas demandas de melhorias visando a definição de uma versão final do recurso.

Registro e Patente

Produtos tangíveis ou físicos como os periféricos para jogos podem ser objeto de **pedido de patente**, no INPI, o que dependerá de fatores como **originalidade** do invento e a sua **aplicação industrial**. Em caso de desenvolvimento de recursos digitais, estes também podem ser objetos de registro.

REALIDADE VIRTUAL



A Realidade Virtual (RV) abrange tecnologias que proporcionam uma **imersão em ambientes simulados** digitalmente, oferecendo experiências interativas em 3D para melhorar o aprendizado, proporcionar experiências imersivas para lazer, **treinar habilidades** específicas ou realizar simulações que seriam impossíveis ou inviáveis no mundo real. Os projetos de RV podem incluir **aplicações** em educação, saúde, entretenimento, simulações, jogos, desenvolvimento de habilidades motoras e cognitivas, etc. Pode ser utilizada na **reabilitação**, oferecendo um **ambiente imersivo e controlado** para melhorar habilidades funcionais em grupos específicos de pacientes.

Problema e objetivos

Definir o **problema** principal que o projeto busca **solucionar**, com foco no **público-alvo** e nos objetivos esperados. O projeto deve abordar a necessidade de criar um ambiente virtual que simule situações e **experiências específicas**, como na recuperação funcional ou adaptação a novas condições.

Pesquisa e Análise de dados

Pesquisar sistemas **similares** na literatura científica, mercado e bases de registro (Google Play, Steam, INPI, etc.). Analisar **hardwares e softwares** necessários, como headsets de RV (ex.: Apple Vision, Oculus Quest, HTC Vive), controladores/sensores de movimento e motores gráficos (Unity, Unreal Engine). Explorar **conceitos teóricos** relacionados à área de aplicação do projeto, como pedagogia, ergonomia, psicologia ou design de jogos, tal como dados dos usuários, como habilidades motoras, limitações e preferências. Considerar **aspectos** como acessibilidade, privacidade (ex.: LGPD) e segurança no uso de dispositivos de RV.

Conceito e Criação

Nesta etapa, utiliza-se ferramentas de criatividade, como **brainstorm**, referências visuais, mapas conceituais e moodboards, para gerar **ideias** para o ambiente virtual que atendam aos objetivos do projeto considerando aspectos visuais, interatividade e **feedback**. Ajustar os conceitos ao público específico (educadores, profissionais da saúde, gamers, etc.) e às **plataformas disponíveis**.

Especificações técnicas

Definir os requisitos de **hardware** (headsets, sensores de movimento, controladores, plataformas de esteira - ex.: omnidirecional) e **software** (motores gráficos, bibliotecas de desenvolvimento, e requisitos de performance) do projeto, como óculos, sensores, motores gráficos e programação. **Especificar** os cenários virtuais, tipo de interação e navegação, resultados esperados, detalhamento do cenário 3D, interação com objetos, animações, sons e feedbacks sensoriais. É válido identificar as

plataformas suportadas com os requisitos que foram elencados no projeto (Windows, Android, consoles, etc.).

Protótipo e avaliação

Desenvolver uma **versão inicial** para testar funcionalidades e avaliar aspectos como imersão, usabilidade, estabilidade, interface e impacto do sistema para os usuários. Realizar avaliações e ajustes para corrigir **falhas**, indicar melhorias no design e no desempenho técnico, no intuito de **melhorar a experiência** do usuário.

Produto

Com base nos ajustes realizados, desenvolver a **versão final** do produto. Nesta etapa, o produto deve estar pronto para ser utilizado em **contexto real**, considerando o **público-alvo** e o objetivo final. Continuar aperfeiçoando a aplicação com base nos **feedbacks dos usuários**.

Registro e Patente

Sistemas de RV podem ser registrados como **software** (registro de programas no INPI), **hardware** (registro de patente no INPI) e **produtos audiovisuais e interativos** (registro de conteúdos - animações, vídeos, ambientes 3D - em plataformas como a ANCINE), dependendo da originalidade e da aplicação industrial.



RECURSOS DE AVALIAÇÃO

As tecnologias de avaliação e diagnóstico em Fisioterapia e reabilitação podem ter diversos objetivos como **avaliar o risco** de quedas em idosos, **realizar análises** biomecânicas do movimento, avaliar o alinhamento postural de modo objetivo, **monitorar** a atividade física e o risco cardiovascular, e diversos outros. Os recursos de avaliação podem incluir sensores inerciais, smartphones, câmeras de vídeo/profundidade, sensores de movimento ambiente, plataforma de detecção de pressão, monitores e sensores vestíveis, softwares de análise biomecânica, etc. (Sun; Sosnoff, 2018).

Problema e objetivos

Definir o problema principal e os objetivos, com **foco nas variáveis e dimensões funcionais** que se espera avaliar ou medir, levando em consideração as características individuais, e o nível de complexidade do projeto.

Pesquisa e Análise de dados

A **pesquisa de similares** deve focar na literatura científica, no mercado e em bases de registro (Pubmed, BVS, INPI, etc.). Analisar os **recursos tecnológicos** a serem empregados de acordo com as variáveis-alvo, como sensores de monitoramento remoto,

monitores vestíveis, acelerômetros, câmeras digitais, plataformas de força, softwares de análise de imagem, etc. Se necessário, coletar dados com usuários a fim de estudar as necessidades e requisitos do projeto.

Conceito e Criação

Utilizar **ferramentas de criatividade** para definir requisitos e alternativas de solução para o projeto. Pode-se empregar as técnicas de **brainstorm** e a **matriz de alternativas** dentre outras. Considerando a importância da relação **custo-accurácia** em recursos de avaliação, a matriz de alternativa pode ser a ferramenta mais indicada.

Especificações técnicas

Detalhamento dos **atributos e características do produto**, assim como dos recursos tecnológicos incorporados, como materiais, dimensões, ergonomia, componentes eletrônicos, princípios de funcionamento, tipo de medição, variáveis medidas, e padrões de comparação. Nesta etapa são gerados **desenhos técnicos** detalhados e **tabelas de componentes**.

Protótipo e avaliação

Construção de **modelos digitais** e/ou **protótipos físicos** de alta fidelidade para a execução de **testes de acurácia** (fidelidade da medição em relação a um padrão de referência) e avaliação de **atributos** como ergonomia, segurança e usabilidade para detecção de falhas no projeto e aprimoramentos. As técnicas e materiais usadas para a confecção do protótipo dependerão das especificações do produto.

Produto

Após os ajustes e melhorias apontadas na etapa de protótipo, deve-se seguir a construção de um modelo totalmente **funcional do produto** para ser testado em situação e **contexto real de uso** junto a usuários. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto, sempre buscando melhorar a eficiência do recurso de avaliação.

Registro e Patente

Produtos tangíveis ou físicos como os dispositivos de avaliação física podem ser objeto de **pedido de patente**, no INPI, o que dependerá de fatores como **originalidade** do invento e a sua **aplicação industrial**.

PRODUTO EDUCACIONAL



Projetos de processos ou produtos educacionais podem se referir ao **ensino** em Fisioterapia e reabilitação ou à **educação** em saúde direcionada a usuários em geral. Está diretamente relacionado ao espaço de aplicação, sendo o resultado oriundo de um

processo de **pesquisa** e que deve ter um conjunto de características - aderência, impacto, aplicabilidade- que permita ser compartilhado pela comunidade (Rizzatti et al., 2020). Podem abranger, por exemplo, sequências didáticas, aplicativos, jogos, vídeos e vídeo-aulas, equipamentos, entre outros.

Problema e objetivos

A definição do problema deve focar no **ambiente de aplicação** do projeto e no **público-alvo**, buscando identificar as demandas do projeto e definir os objetivos do processo de ensino-aprendizagem que se espera estabelecer.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar **pesquisa de similares** na literatura científica e em bases de registro educacionais (BVS, Pubmed, repositórios institucionais, Educapes, etc.). Realizar estudos de **revisão**, estudos **descritivos** e/ou **exploratórios** para definição das **bases conceituais** do projeto. Explorar as possibilidades tecnológicas para o produto de acordo com o nível de complexidade. Se necessário, realizar estudos situacionais com o público-alvo para identificação de necessidades.

Conceito e Criação

O processo de elaboração de alternativas de soluções dependerá dos objetivos pedagógicos do projeto, levando em consideração as **bases conceituais** adotadas. Para produtos educacionais podem ser úteis a **pesquisa de imagens** com base nos conceitos do projeto, e os **mapas conceituais**. As ideias de soluções devem ser analisadas com base nas possibilidades estéticas e semânticas do produto.

Especificações técnicas

Detalhamento da ideia de solução adotada, dos **atributos** e **características** do produto, assim como dos recursos tecnológicos incorporados. Descrição do **tipo de produto** educacional (sequência didática, ebook, manual, aplicativo, jogo, simuladores, plataforma online, vídeo ou vídeo-aula, etc.). De acordo com o produto, detalhar os **componentes** e **requisitos técnicos** (meio de apresentação, plataformas compatíveis, materiais, dimensões, ergonomia, modos de funcionamento, etc.), assim como, os **requisitos estéticos** como estilos, cores, formas, etc.

Protótipo e avaliação

Construção de protótipos ou versões preliminares do produto para execução de **testes e avaliações**. As técnicas e materiais usadas para a confecção do protótipo dependerão do tipo de recurso. Para produtos educacionais os testes de **usabilidade** são os mais utilizados, e o processo de avaliação, neste caso, é chamado de **validação**, que pode ser direcionada a diferentes aspectos do produto, como a **validação pedagógica** e a **validação semântica**.

Produto

Após os ajustes e melhorias apontadas na etapa de testes e validação do protótipo, deve-se seguir a construção de um modelo **finalizado** do produto para ser aplicado em situação e **contexto real** com o público-alvo. Devem ser usados os materiais e especificações finais do produto, sempre buscando aperfeiçoá-lo no alcance dos objetivos de ensino-aprendizagem.

Registro e Patente

O processo de registro de produtos educacionais difere a depender do tipo de recurso. Produtos de base literária (ebook, manuais, roteiros, etc.) podem ser registrados na Biblioteca Nacional (ISBN); recursos em forma de vídeos ou animações são registrados na ANCINE. Produtos de base física como simuladores podem obter registro de patente no INPI. O portal Educapes é um repositório de produtos educacionais que abrange diversos tipos de recursos como livros, vídeos, sites, aplicativos, etc.



CINESIOTERAPIA

Cinesioterapia é o uso terapêutico do **movimento** para **reabilitação** e promoção da saúde. Os recursos podem incluir **dispositivos e equipamentos** de exercícios terapêuticos para ganho de força, flexibilidade, mobilidade articular, equilíbrio e coordenação motora. Os recursos podem apresentar diversos **níveis de complexidade**, desde halteres/bastões até dispositivos de mobilização contínua e sistemas de *biofeedback*. Pode ser aplicada em diversas condições clínicas, como **disfunções** musculoesqueléticas, neurológicas e cardiorrespiratórias. Projetos podem explorar desde equipamentos inovadores até **programas de exercícios remotos** mediados por **Telessaúde**.

Problema e objetivos

O projeto deve focar no **impacto do movimento** na saúde do indivíduo, identificando as **demandas funcionais** do público-alvo e definir os **objetivos** terapêuticos, como reabilitação de movimentos específicos ou melhoria da qualidade de vida.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar **revisão da literatura** científica (Pubmed, BVS, Scielo, etc.) e consulta a **protocolos clínicos** padronizados para definir as bases do projeto. Explorar recursos já existentes, como equipamentos de mobilização, análise biomecânica e exercícios guiados por tecnologias, a fim de identificar **lacunas** e **necessidades**. Coletar dados específicos do público-alvo, como limitações funcionais e **metas terapêuticas**.

Conceito e Criação

Desenvolver **alternativas e soluções** com base nos **objetivos terapêuticos** definidos. Técnicas como **brainstorm** e **mapas conceituais** podem auxiliar na criação de programas terapêuticos ou equipamentos inovadores. É sempre válido incorporar aspectos de ergonomia e usabilidade para garantir segurança e eficácia.

Especificações técnicas

Detalhar os **requisitos do produto**, como ergonomia, dimensões, materiais, tipo de resistência, ajustes de carga e funcionalidade. Para recursos digitais, especificar tipos de exercícios, **interatividade** e **feedback** para o usuário. Busca-se apresentar esquemas detalhados e componentes do projeto. Atenção especial aos requisitos de **segurança** dos recursos.

Protótipo e avaliação

Construir **modelos** funcionais de dispositivos, equipamentos ou sistemas para execução de testes com usuários. Para tanto, **avaliar** segurança, conforto, eficácia, ergonomia e impacto terapêutico. De acordo com os resultados obtidos, ajustar e **aprimorar o produto**. Os **processos de construção** dependerão dos tipos de recurso, podendo incluir a impressão 3D e a modelagem de compósitos.

Produto

Após os **ajustes** no protótipo, desenvolver o **modelo final** do produto de acordo com as **especificações técnicas**, pronto para aplicação em contextos clínicos. Sempre buscar melhorias **contínuas** para atender às **demandas** terapêuticas.

Registro e Patente

Equipamentos ou dispositivos **inovadores** de cinesioterapia podem ser patenteados no **INPI**. **Protocolos** clínicos podem ser registrados em **repositórios** especializados ou instituições de ensino com repositório próprio.

ELETROTERMOTERAPIA



A eletrotermoterapia compreende o uso de **recursos elétricos, térmicos e fototerapêuticos** no tratamento de dores, inflamações e disfunções. Suas aplicações incluem **tecnologias complexas** como eletroestimuladores, ultrassom terapêutico, dispositivos de crioterapia e termoterapia, além de equipamentos de fototerapia, como lasers e LEDs de alta intensidade. Destaca-se a reabilitação por **eletroterapia funcional** por meio da Estimulação Elétrica Funcional (FES), que é utilizada para ativar músculos fracos ou paralisados, promovendo contrações em condições neurológicas como AVC. **Integrada a órteses**, ela favorece a plasticidade neural e reduz a espasticidade, além

de melhorar o controle motor e apoiar terapias respiratórias em casos de fraqueza muscular (Chaikho; Clark; Raison, 2022).

Problema e objetivos

O foco do projeto deve estar na **eficácia do tratamento** proposto, e na **abordagem biofísica** da tecnologia, considerando a **condição** do paciente e os **objetivos** terapêuticos, como alívio de dor, redução de edema ou melhora funcional.

Pesquisa e Análise de dados

Revisar a **literatura científica** sobre os recursos tecnológicos previstos e protocolos clínicos em bases de dados (PEDro, SciELO, BVS, LILACS, PubMed, Cochrane, Medline, Google Acadêmico, etc.), usando **descritores** registrados no DeCS/MeSH. Pesquisar recursos **similares** no mercado, como dispositivos eletroterapêuticos e de aquecimento/refrigeração - uma opção é o banco de dados e patentes do **INPI** e bases internacionais como **WIPO** e **Copyright**.

Conceito e Criação

O intuito é criar alternativas de **solução** com base nos objetivos terapêuticos. Para tanto, é interessante elencar quais **requisitos e limitações da criação**, o que pode ser feito com ferramentas de criatividade como o **brainstorming** para explorar novas abordagens, como dispositivos portáteis ou com maior interatividade.

Especificações técnicas

Detalhar os **requisitos do produto**, como a modalidade biofísica (correntes elétricas, campos magnéticos, irradiação, ondas acústicas, trocas térmicas, etc.); e as **especificações do recurso** (intensidade de corrente, frequências, potência, temperaturas, segurança e usabilidade). Para **equipamentos e dispositivos**, incluir dimensões, materiais, componentes e funcionalidades.

Protótipo e avaliação

Construir **protótipos funcionais** para avaliação de desempenho, segurança e eficácia terapêutica. Realizar **testes e medições técnicas** em laboratório e ajustar com base nos resultados. Pode ser necessário realizar pesquisas de **aplicação clínica** do protótipo para avaliar a eficácia terapêutica.

Produto

Desenvolver o **modelo final** do recurso após os ajustes no protótipo, garantindo segurança e eficácia no uso clínico. Nesta etapa é indispensável a **pesquisa de aplicação clínica** do produto para avaliar a eficácia terapêutica antes do registro e da comercialização.

Registro e Patente

Equipamentos e dispositivos podem ser patenteados no **INPI**, dependendo da inovação e aplicação industrial. Recursos baseados em **circuitos eletrônicos** podem ser registrados no INPI como **topografia de circuitos integrados**.



RECURSOS CARDIORESPIRATÓRIOS

Englobam tecnologias voltadas ao monitoramento, avaliação e reabilitação de pacientes com **condições cardíacas e pulmonares**. Incluem **ventiladores mecânicos** em ambientes hospitalares e também **softwares de treinamento** respiratório na **reabilitação domiciliar**, promovendo adesão ao tratamento e permitindo **supervisão remota**. Monitores de atividade, como **smartwatches** com sensores que acompanham frequência cardíaca, saturação de oxigênio (SpO2), e padrões de respiração, fornecendo dados em tempo real para avaliar o desempenho físico e detectar anormalidades. Já os dispositivos **vestíveis** podem incorporar tecnologia de **biofeedback**, ajudando a monitoração clínica ou apoiar terapias respiratórias personalizadas.

Problema e objetivos

Definir o problema com foco nas **condições clínicas específicas** do público-alvo, como insuficiência cardíaca e asma, e nos objetivos terapêuticos, incluindo a melhora da capacidade funcional, controle da dispneia, e otimização da recuperação cardiorrespiratória.

Pesquisa e Análise de dados

Realizar revisão da **literatura científica** (PubMed, Scielo, Cochrane) e análise de dispositivos existentes no mercado e em **patentes** registradas (INPI, WIPO). Avaliar as **demandas** do público-alvo, coletando dados sobre limitações funcionais, qualidade de vida, adesão terapêutica e necessidades específicas.

Conceito e Criação

Gerar **soluções inovadoras e práticas** para melhorar a reabilitação e o monitoramento cardiorrespiratório. **Brainstorming** e **mapas conceituais** podem ajudar na concepção de ideias como sensores vestíveis integrados ou aplicativos que forneçam **feedback** personalizado baseado em dados coletados.

Especificações técnicas

Detalhar os **atributos do produto**, como sensores, interfaces, usabilidade e portabilidade. Definir os **parâmetros monitorados**, como sensores para frequência cardíaca, ventilação e oxigenação, usabilidade, portabilidade e integração com plataformas digitais. Especificar a **tecnologia de transmissão** de dados (Bluetooth, Wi-

Fi), compatibilidade com sistemas móveis e segurança cibernética para proteção dos dados do usuário.

Protótipo e avaliação

Construir protótipos funcionais para **testes em laboratório** e contextos clínicos simulados. Avaliar a **precisão dos dados** coletados, impacto no tratamento e a usabilidade para pacientes e profissionais. **Ajustar** o design com base nos resultados para garantir eficácia.

Produto

Desenvolver o modelo final, **pronto para aplicação** clínica e domiciliar. Certificar que o produto atende a **padrões de segurança**, eficácia e usabilidade, incorporando melhorias contínuas baseadas no **feedback** dos usuários.

Registro e Patente

Dispositivos inovadores podem ser registrados como **patente** no **INPI** e regulamentados pelo órgão fiscalizador **Anvisa**, considerando as exigências legais para equipamentos médicos e softwares.

APLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI)

Contempla projetos que visam contribuir para a formação e o engajamento de estudantes do ensino técnico e superior ao desenvolvimento e transferência de novas tecnologias e inovação, bem como para o fortalecimento da capacidade inovadora das empresas no País. (Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq)

O programa contempla projetos relacionados ao desenvolvimento tecnológico e processos de inovação, com vínculo a empresas e/ou organizações sociais. Os projetos de PIBIT são geralmente voltados a alunos de graduação de diversas áreas e devem incluir métodos e etapas do projeto, recursos e infraestrutura e um plano de trabalho dos bolsistas.

Visando auxiliar, organizar e fornecer conteúdo metodológico, o App FisioDesk pode ser utilizado em diversos momentos do projeto de PIBIT, como por exemplo:

- Embasamento metodológico sobre as etapas de execução do projeto de acordo as categorias de projeto e suas particularidades.
- Disponibilização de materiais de apoio para contextualização específica na área de Fisioterapia e reabilitação.
- Direcionamento por meio de hiperlinks a bases para levantamento bibliográfico, pesquisa de similares, legislações e normas técnicas relacionadas.
- Gerenciamento de equipe, por meio da atribuição de membros, tarefas e definição de prazos.
- Gerenciamento de projetos, sequenciamento de etapas e acompanhamento de resultados.

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)

Programa voltado à projetos de pesquisa, cuja finalidade é o desenvolvimento do pensamento científico e iniciação à pesquisa de estudantes de graduação do ensino superior. Visa despertar vocação científica e incentivar talentos potenciais entre estudantes de graduação universitária, mediante participação em projeto de pesquisa, orientados por pesquisador qualificado. (Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq).

Apesar do foco em projetos de pesquisa, os projetos de PIBIC também podem abranger a temática de inovação tecnológica, assim sendo, o App FisioDesk pode ser utilizado nestes projetos principalmente nas etapas de pesquisa e análise de dados, apontando os tipos de levantamentos necessários e fornecendo ligações diretas a bases de pesquisas.

Aprendizagem Baseada em Projetos

A Aprendizagem Baseada em Projeto (ABPj) tem por objetivo estruturar a resolução de problemas reais relacionados à projetos de desenvolvimento de produtos ou serviços. A aprendizagem é deflagrada pelo confronto com questões norteadoras instigantes, abrangendo conteúdos significativos e interessantes, com o intuito de motivar os alunos a realizarem investigações de maneira autônoma e conjunta, em equipes (Alves, 2021).

Execução da atividade de ABPj

A estruturação de atividades de ABPj precisa ser planejada com etapas definidas e integradas com início, meio e fim. As fases ou etapas previstas podem variar conforme a necessidade do problema de projeto ou dos objetivos estabelecidos. Segue exemplo de organização de etapas em uma atividade de ABPj:

Etapas da atividade de ABPj



- **Tema:** A motivação é um dos pontos chaves para a aprendizagem, portanto a problemática deve partir dos próprios alunos.
- **Equipes do projeto:** Organizar alunos em equipes, com tarefas e responsabilidades, pode trazer mais dinamismo e motivação ao projeto.
- **Objetivos:** Os alunos deverão ser capazes de interpretar, aplicar o conhecimento, analisar e decompor um problema, sintetizar um assunto e avaliar evidências.
- **Atividades:** Realizar pesquisas, formular hipóteses e definir estratégias são ações que devem ser protagonizadas pelas equipes.
- **Acompanhamento:** Requer um educador participativo, que questiona, argumenta, orienta e desafia os seus alunos na busca pela resolução do problema.
- **Conclusão:** Nesta etapa são apresentados os resultados ou produtos gerados no projeto.
- **Avaliação:** Deve possuir um valor sociocultural e possibilitar novas indagações que valorizem as habilidades e competências desenvolvidas.

O App FisioDesk pode ser utilizado para auxiliar atividades de ABPj principalmente por meio das funções de:

- Gerenciamento de equipe de projeto, por meio da atribuição de membros, tarefas e definição de prazos.
- Gerenciamento de projetos, sequenciamento de etapas e acompanhamento de resultados.

- Disponibilização de materiais de apoio para contextualização específica na área de Fisioterapia e reabilitação.

Competências envolvidas

O ensino fundamentado no desenvolvimento de competências profissionais parte do mundo real com a intenção de transformá-lo. Os projetos tecnológicos possibilitam ao aluno desenvolver competências como pensamento crítico, colaboração, comunicação, e criatividade, que serão úteis no trabalho e na vida. Um professor em ambiente de criativo e inovador ensina e avalia explicitamente essas habilidades (Alves, 2021).

Atividades pedagógicas envolvendo projetos de inovação tecnológica com o auxílio do App FizioDesk, podem desenvolver diversas habilidades, dentre as quais podemos destacar:

- **Motivação e Iniciativa:** Relaciona-se às estratégias individuais para aprender, gerir esforços e monitorar o progresso da aprendizagem.
- **Criatividade:** relacionada à capacidade de inovação por meio de um conhecimento vasto e diversificado da realidade e do domínio de conhecimento específico.
- **Trabalho em equipe:** Baseada no diálogo e na interação entre os alunos, o que contempla as habilidades de comunicação e trabalho colaborativo.
- **Pensamento crítico:** Capacidade de instigar a investigação, a curiosidade e disposição em pensar além do óbvio.
- **Integração de conteúdos:** Os alunos, para solucionar um problema, devem recorrer a conhecimentos prévios, discutir, estudar e integrar os novos conhecimentos.
- **Capacidade de comunicação:** Por meio da comunicação que surgem as trocas de ideias, discussões e os conflitos entre os elementos dos grupos.
- **Análise de problemas:** Atividades de projetos permitem que os estudantes confrontem questões e problemas significativos, determinem a maneira de abordá-los e estabeleçam uma ação colaborativa.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. C. R. **Desenvolvimento de uma mídia audiovisual como recurso de ensino em projetos de produtos para área da saúde**. Dissertação de mestrado (PPG Ensino em Saúde na Amazônia), Belém, 2021.

ALVES, J. C. R.; FALCÃO, L. F. M.; NORMANDO, V. M. F. **Métodos de projetos de produtos para áreas da saúde: guia complementar para a criação de produtos tecnológicos**. Belém: EDUEPA, 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Cnpq. **Resolução Normativa n.º 017/2006-CNPq**. Disponível: http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/624883

ANDREOTTI, E.T.; IPUCHIMA, J.R.; PIVETTA, M.V.L.; et al. Detect-S: an mHealth application to assist health professionals to identify suicide risk in hospitalized patients. **Trends Psychiatry Psychother.** v. 43, n. 3, p. 200–6, 2021 <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0079>

BRASIL, Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. B823t Comitê de Ajudas Técnicas - CAT. **Tecnologia Assistiva**. Brasília, CORDE, 2009.

CARPINO, G.; PEZZOLA, A.; URBANO, M.; Guglielmelli E. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art. **J Healthc Eng.** v. 4, n. 2018, p. 7492024, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7492024>

DIAS, T. S.; CONCEIÇÃO, K. F.; ALVES DE OLIVEIRA, A. I.; SILVA, R. L. M. As contribuições da gameterapia no desempenho motor de indivíduo com paralisia cerebral. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional, [S. l.]**, v. 25, n. 3, p. 575–584, 2017. DOI: 10.4322/2526-8910.ctoAO0934.

BATTISTI, D. **Exergame com Cicloergômetro para a Reabilitação de Pacientes**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Goiânia, 2020.

SUN, R.; SOSNOFF, J. J. Novel sensing technology in fall risk assessment in older adults: a systematic review. **BMC Geriatr** v. 18, n. 14, 2018. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0706-6>

RIZZATTI, I. M. et al. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**. Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

CHAIKHO, L.; CLARK, E.; RAISON, M. Transcutaneous Functional Electrical Stimulation Controlled by a System of Sensors for the Lower Limbs: A Systematic Review. **Sensors**. v. 22, n. 24, p. 9812. 2022 <https://doi.org/10.3390/s22249812>

ANEXO A - Parecer de aprovação do CEP



UEPA - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO PARÁ- CENTRO
DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
DA SAÚDE - CAMPUS II



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENSINO EM SAÚDE POR MEIO DE PROJETOS TECNOLÓGICOS:
Desenvolvimento de um software assistente para criação de projetos

Pesquisador: JULIO CESAR DA ROCHA ALVES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66832523.0.0000.5174

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Pará - UEPA / Centro de Ciências Biológicas e da

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.956.698

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo metodológico de desenvolvimento de tecnologia educacional, elaborado em etapas: revisão sistemática de literatura, estudo exploratório-descritivo, produção e validação de um produto educacional na forma de um software de computador.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver um software assistente para criação de projetos tecnológicos em atividades de ensino em saúde.

Objetivo Secundário:

- Analisar a evolução e as características atuais da produção tecnológica no Brasil no contexto do ensino em saúde;
- Validar o software produto do estudo com especialistas da área de ensino e da área tecnológica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão adequadamente identificados e apresentados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é considerada pertinente e trará benefícios ao conhecimento científico.

Endereço: Trav. Perebui, 2623 (1º andar da biblioteca do Campus II da UEPA, Sala 01)

Bairro: Marco

CEP: 66.087-670

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3131-1781

E-mail: cepccbs@uepa.br



**UEPA - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO PARÁ- CENTRO
DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
DA SAÚDE - CAMPUS II**



Continuação do Parecer: 5.956.698

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos necessários para a avaliação do projeto foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências apontadas no parecer anterior foram resolvidas. O projeto encontra-se em condições para ser executado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Após a avaliação pelos referees que compõem o Comitê de Ética em Pesquisa do CCBS/UEPA e aprovação, em reunião de Colegiado, no mês de Março de 2023, a proposta atendeu todas as exigências das Resoluções em vigor.

Conforme as Resoluções 466/12 e 510/2016, é atribuição do CEP acompanhar o desenvolvimento dos projetos, por meio de relatórios semestrais dos pesquisadores e de outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente a pesquisa. Ressaltamos as seguintes atribuições do pesquisador: Desenvolver o projeto conforme delineado; Elaborar e apresentar os relatórios parcial (is) e final até 60 dias após o seu término (como notificação); Apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; Manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda responsabilidade, por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa; Encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto. Justificar fundamentadamente, perante o CEP, qualquer modificação (emenda) ou interrupção do projeto e identificar nas Informações Básicas tais mudanças.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2076717.pdf	11/03/2023 12:57:15		Aceito
Outros	AceiteorientadorESA.pdf	11/03/2023 12:56:52	JULIO CESAR DA ROCHA ALVES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoJULIODoutoradoESA.pdf	11/03/2023 12:52:22	JULIO CESAR DA ROCHA ALVES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE.pdf	23/01/2023 22:58:15	JULIO CESAR DA ROCHA ALVES	Aceito

Endereço: Trav. Perebeui, 2623 (1º andar da biblioteca do Campus II da UEPA, Sala 01)

Bairro: Marco

CEP: 66.087-670

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3131-1781

E-mail: cepccbs@uepa.br



UEPA - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO PARÁ- CENTRO
DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
DA SAÚDE - CAMPUS II



Continuação do Parecer: 5.956.698

Ausência	TCLE.pdf	23/01/2023 22:58:15	JULIO CESAR DA ROCHA ALVES	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	23/01/2023 22:49:49	JULIO CESAR DA ROCHA ALVES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 21 de Março de 2023

Assinado por:

REGINA GABRIELA CALDAS DE MORAES
(Coordenador(a))

Endereço: Trav. Perebui, 2623 (1º andar da biblioteca do Campus II da UEPA, Sala 01)

Bairro: Marco

CEP: 66.087-670

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3131-1781

E-mail: cepccbs@uepa.br

ANEXO B - Registro do Painei interativo no Portal Educapes



[INICIO](#)
[BUSCA](#)
[SOBRE O EDUCAPES](#)
[JULIO.A...](#)

Q

Panorama da produção tecnológica atual na área de Fisioterapia

Use este link para compartilhar ou citar este material:
<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/868438>

Arquivos associados:

Produto infografico.pdf	1,66 MB	Adobe PDF	Download
---	---------	-----------	--------------------------

Título:	Panorama da produção tecnológica atual na área de Fisioterapia
Autor(es) e Colaborador(es):	Universidade do Estado do Pará Alves, Júlio Cesar da Rocha Alves, Luciana da Silva dos Santos, Aline Batista Pereira, Isabela Contente Normando, Valéria Marques Ferreira
Data:	2024
Tipo:	livro digital
Palavras-chave:	Tecnologia em Saúde Educação em Saúde Fisioterapia
Aparece nas coleções:	Livros digitais


[Mostrar registro completo do item](#)


[Visualizar estatísticas](#)

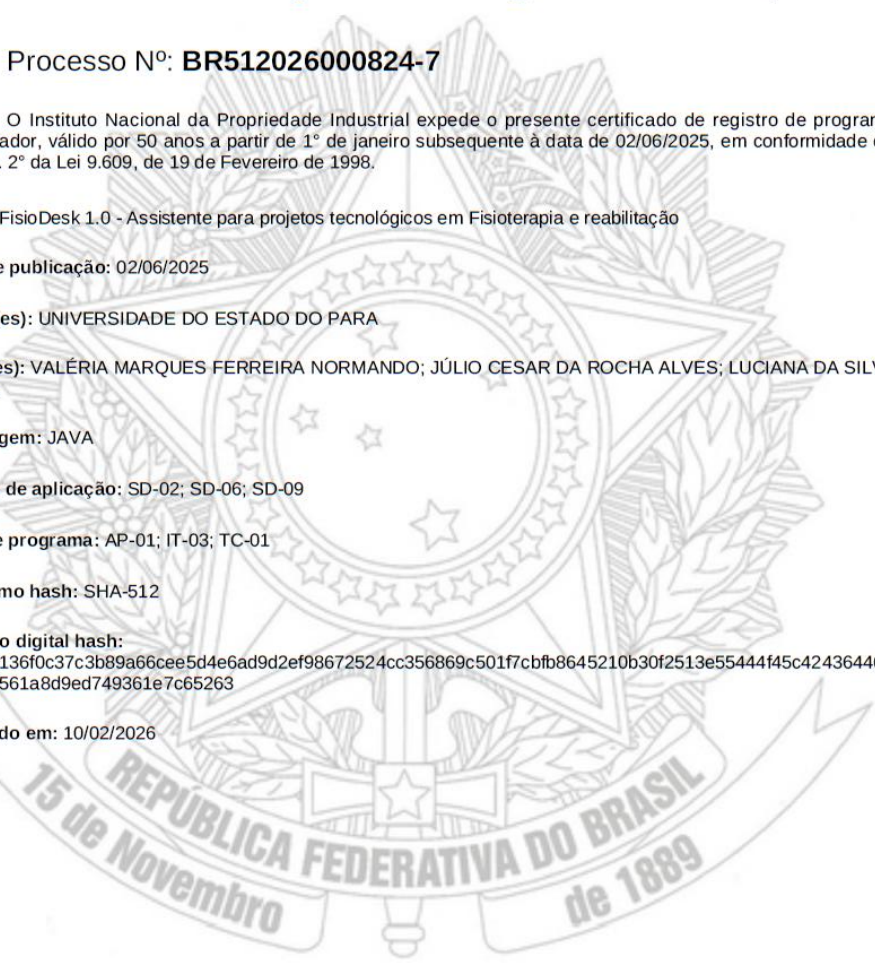
Avaliação


[Denunciar conteúdo](#)

Este item está licenciado sob uma
 

[Licença Creative Commons](#)

ANEXO C - Certificado de registro de programa de computador no INPI

		 
	REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS	
	Certificado de Registro de Programa de Computador	
	Processo Nº: BR512026000824-7	
	O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 02/06/2025, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.	
	Título: FizioDesk 1.0 - Assistente para projetos tecnológicos em Fisioterapia e reabilitação	
	Data de publicação: 02/06/2025	
	Titular(es): UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARA	
	Autor(es): VALÉRIA MARQUES FERREIRA NORMANDO; JÚLIO CESAR DA ROCHA ALVES; LUCIANA DA SILVA ALVES	
	Linguagem: JAVA	
Campo de aplicação: SD-02; SD-06; SD-09		
Tipo de programa: AP-01; IT-03; TC-01		
Algoritmo hash: SHA-512		
Resumo digital hash: aee285136f0c37c3b89a66cee5d4e6ad9d2ef98672524cc356869c501f7cbb8645210b30f2513e55444f45c42436446e4e257e8d561a8d9ed749361e7c65263		
Expedido em: 10/02/2026		
		
Aprovado por: ERICA GUIMARAES CORREA Chefe da Divisão de Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados		

ANEXO D – Artigo publicado referente à revisão integrativa

<https://doi.org/10.17765/2176-9206.2025v18e13031>



SAÚDE E PESQUISA

e-ISSN 2176-9206

ARTIGO ORIGINAL

<https://doi.org/10.17765/2176-9206.2025v18e13031>

APLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS NA ÁREA DE FISIOTERAPIA E REABILITAÇÃO: REVISÃO INTEGRATIVA

APPLICABILITY OF TECHNOLOGIES IN THE AREA OF PHYSICAL THERAPY AND REHABILITATION:
INTEGRATIVE REVIEW

Júlio César da Rocha Alves^{1*}; Luciana da Silva Alves²; Aline Batista dos Santos²; Isabela Contente Pereira²; Danielle Ferreira de Souza³; Valéria Marques Ferreira Normando⁴

¹Doutorando em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ²Discente de Fisioterapia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ³Mestre em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil; ⁴Doutora em Neurociências e Biologia Celular, docente do doutorado em Ensino em Saúde na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém (PA), Brasil.

*Autor correspondente: Júlio César da Rocha Alves – Email: rocha_alvesjc@hotmail.com.

Recebido: 05 ago. 2024

Aceito: 01 set. 2024

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons.



RESUMO: **Objetivo:** O objetivo do estudo foi analisar características da aplicação de tecnologias na área de Fisioterapia e reabilitação. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, executada nas bases Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed, composta por artigos de revisão, em português e inglês, publicados entre 2013 e 2023. Os artigos foram submetidos à leitura dos títulos e resumos, visando excluir duplicados ou sem pertinência, e avaliação de qualidade metodológica. Os processos de seleção e avaliação foram realizados por dois pesquisadores com divergências resolvidas por um terceiro. Realizou-se uma análise narrativa para a descrição e síntese dos resultados. **Resultados:** A busca retornou 421 estudos, após os processos de seleção, 33 artigos compuseram a amostra final. Destaca-se que 60,6% foram oriundos da Europa e 15,2% da América do Norte. 21,2% abordaram a Reabilitação Neurológica e 18,2% a Saúde do Idoso. Sobre o tipo de tecnologia abordada, 18,2% abordaram Tecnologias móveis e 15,2% Telessaúde. **Conclusões:** Destaca-se a tendência nos estudos da exploração de tecnologias digitais e eletrônicas incorporadas aos recursos voltados à reabilitação.

PALAVRAS-CHAVE: Modalidades de Fisioterapia. Tecnologia Biomédica. Informática Médica.

ABSTRACT: **Aim:** The objective of the study was to analyze characteristics of the application of technologies in the area of Physical therapy and rehabilitation. **Methodology:** This is an integrative literature review study, carried out in the SciELO, LILACS, MEDLINE and PubMed databases, composed of review articles, in Portuguese and English, published between 2013 and 2023. The articles were submitted to the reading of titles and abstracts, aiming to exclude duplicates or articles without relevance, and evaluation of methodological quality. The selection and evaluation processes were carried out by two researchers with disagreements resolved by a third party. A narrative analysis was performed to describe and summarize the results. **Results:** The search returned 421 studies, after the selection processes, 33 articles made up the final sample. It is noteworthy that 60.6% came from Europe and 15.2% from North America. 21.2% addressed Neurological Rehabilitation and 18.2% the Older Adult Health. Regarding the type of technology addressed, 18.2% addressed Mobile Technologies and 15.2% Telehealth. **Conclusions:** The trend in studies towards the exploration of digital and electronic technologies incorporated into resources aimed at rehabilitation stands out.

KEYWORDS: Physical Therapy Modalities. Biomedical Technology. Medical Informatics.

INTRODUÇÃO

Na atual sociedade, a área da saúde tem se destacado pelo seu dinamismo, que muito se relaciona à inovação, com o desenvolvimento científico e tecnológico se tornando cada vez mais rápido em busca de novos produtos e processos ¹. A longevidade da população impacta a demanda aos sistemas de saúde, no aumento da prevalência de doenças crônicas e nas limitações de financiamentos. Nesse contexto, a introdução de tecnologias pode ajudar a melhorar a eficiência do sistema de saúde e o cuidado prestado aos pacientes/usuários ².

De acordo com uma base de patentes internacional, os depósitos de registros na área de aparelhos e dispositivos de Fisioterapia em 2021 somaram 41.221, em pleno ápice das medidas de cuidado e restrição da pandemia, demonstrando que países como China, Japão e estados Unidos, potencializaram pesquisas e produções tecnológicas neste período ³.

A implantação de soluções tecnológicas durante a pandemia do COVID-19 contribuiu de forma decisiva para a redução da aglomeração nos espaços de saúde, rapidez e facilidade de acesso aos serviços de assistência, sobretudo em países que já apresentavam avanço tecnológico na área de e-Health ⁴.

Como parte das especialidades atuantes na reabilitação, o fisioterapeuta passou a experimentar um processo disruptivo na sua assistência tradicional com o início da pandemia, sendo identificada a necessidade de implementar medidas e recursos para manter o funcionamento dos serviços e a assistência profissional de forma não presencial aos usuários ⁵.

O uso das ferramentas tecnológicas de informação vem contribuindo para a condução do processo de reabilitação de uma ampla gama de pacientes. Como exemplo, citam as tecnologias domiciliares, que têm como vantagem fornecer flexibilidade de local e tempo na terapia de reabilitação e possibilitando o feedback remoto ⁶.

O impacto de demandas tecnológicas no referido período também se verifica no setor educacional. Se antes do período de pandemia o uso de tecnologias de comunicação e informação no ensino superior em Fisioterapia já era objeto de grande interesse da ciência e da sociedade, com o advento da pandemia, houve um salto da importância destes aspectos e diversos estudos passaram a ser realizados com o intuito de compreender as transformações tecnológicas ocorridas e seus impactos acadêmicos ⁷.

As tecnologias em saúde (TS) podem ser classificadas de acordo com Merhy (2007) como tecnologias leve, leve-dura e dura. As TS leves são compreendidas como tecnologias relacionais, sendo o vínculo, acolhimento, responsabilização e autonomização os focos principais. As TS leve-dura relacionam-se com a utilização de saberes estruturados ou tecnologias-saberes. E por fim, as TS duras correspondem aos equipamentos, como os ventiladores mecânicos, as bombas de infusão e aparelhos em geral ⁸.

Outra classificação de TS é a de Nietzsche et al. (2005) que se divide em Tecnologias Educacional, Gerencial e Assistencial. A Tecnologia Educacional consiste num conjunto de conhecimentos que visam o planejamento, o controle e o acompanhamento do processo educacional formal e informal. Tecnologia Gerencial são processos teórico-práticos utilizados no gerenciamento da assistência de saúde no contexto prático profissional, buscando a melhoria da qualidade. E por fim, a Tecnologia Assistencial que inclui a construção de um saber técnico-científico resultante de investigações, aplicações de teorias e da experiência profissional para a prestação de assistência qualificada ⁹.

Neste cenário, torna-se cada vez mais imprescindível, o investimento em inovação e tecnologia em saúde nos países emergentes, visando adequar necessidades aos recursos disponíveis e reduzir a

dependência tecnológica externa. É nesse sentido que a pesquisa apresenta inegável relevância epidemiológica, buscando basear os estudos e projetos de inovação tecnológica em demandas reais de promoção da saúde, prevenção de agravos e melhorias da qualidade de vida da população.

Desta forma, o presente estudo busca analisar as características atuais e a evolução recente da aplicação de tecnologias na área de Fisioterapia abordadas em estudos científicos, identificando áreas de atuação, tecnologias abordadas e lacunas de investigação. Espera-se, assim, contribuir com bases para o desenvolvimento de produtos educacionais voltados a facilitar atividades de ensino, pesquisa e inovação tecnológica na área de Fisioterapia e reabilitação.

MÉTODOS

ASPECTOS ÉTICOS

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA) com parecer nº. 5.956.698.

TIPO DE ESTUDO E ETAPAS

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, que segundo Sousa, et al., (2017), é definida como um método de investigação por meio de sínteses de diversos tipos de estudos científicos que incorporam resultados de pesquisas sobre um determinado tema, seguindo protocolos rígidos e detalhados para sua construção, de modo a obter resultados críticos ¹⁰. O primeiro passo no delineamento da revisão sistemática foi definir a questão de pesquisa, que consistiu em: “Quais as características atuais da utilização de tecnológicas na área de Fisioterapia?”.

BUSCA NAS BASES

A busca inicial foi executada em 24 de abril de 2023 nas bases Scielo, Lilacs, Medline e Pubmed, foi composta de artigos completos de revisão, nos idiomas português e inglês, publicados entre os anos de 2013 e 2023. A definição dos termos de busca foi feita a partir da base Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), obtendo como resultados os descritores selecionados em português e inglês:

- Tecnologia em saúde (*Health Care Technology*)
- Tecnologia Biomédica (*Biomedical Technologies*)
- Fisioterapia (*Physical Therapy*)

Com base nos descritores foi construída a estratégia de busca por meio da combinação dos termos de busca com os operadores booleanos, obtendo-se a sentença em português e em inglês:

((Tecnologia em saúde) OR (Tecnologia Biomédica)) AND (Fisioterapia)
 ((*Health Care Technology*) OR (*Biomedical Technologies*)) AND (*Physical Therapy*)

PROCESSO DE SELEÇÃO

Os artigos resultantes da busca inicial foram organizados por meio do software Zotero versão 6.0.27. A avaliação e seleção das publicações nesta fase do estudo foi realizada por dois avaliadores independentes, sendo utilizado um terceiro diante da necessidade de direcionamento. Os artigos foram submetidos à leitura dos títulos e resumos, visando identificar e excluir publicações duplicadas ou sem pertinência temática.

Os artigos resultantes da primeira filtragem foram submetidos à leitura completa, na qual foi executada nova filtragem de publicações pela qualidade metodológica. As divergências entre os avaliadores foram resolvidas com a participação de um terceiro avaliador.

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos foi utilizada uma versão do instrumento *Assessment of Multiple Systematic Reviews* (AMSTAR) adaptado ¹¹. Foram selecionados os artigos que obtiveram pontuação mínima de 10 pontos no AMSTAR, sendo considerada a média aritmética entre os avaliadores.

EXTRAÇÃO DOS DADOS

As variáveis de interesse para o estudo foram extraídas e registradas em formulário próprio e armazenadas em planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2010™, sendo: Título do artigo; idioma; ano e local de publicação; área de concentração; periódico; abrangência cronológica; objetivos; tipo de estudo; Tipo de tecnologia; critérios de inclusão e exclusão; instrumentos de medida; principais resultados; conclusão.

ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada uma análise do tipo narrativa para a descrição e síntese dos resultados da revisão. As tecnologias em saúde abordadas nos estudos incluídos foram classificadas por Merhy como tecnologias leve, leve-dura e dura ⁸. Os estudos também foram classificados segundo a escala de Nietzsche ⁹ em tecnologias educacional, gerencial e assistencial. Os dados quantitativos foram analisados por meio do software Microsoft Office Excel 2010™, representados por frequências simples e percentuais e organizados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A busca inicial obteve no total 421 resultados, sendo 243 excluídos por duplicação. Dos 178 artigos restantes, 94 foram excluídos por não estarem disponíveis em versão completa gratuita. Os 84 artigos restantes foram submetidos a leitura completa, sendo 45 destes excluídos por falta de pertinência com o tema da pesquisa, restando 39 artigos.

A próxima etapa foi a avaliação de qualidade, na qual foi obtida pontuação média de 11,47 ($\pm 1,36$) no AMSTAR. Apenas 6 artigos foram excluídos por não obterem a pontuação mínima, resultando

em 33 artigos utilizados como amostra final do estudo, conforme o fluxograma abaixo. O esquema do processo de busca e seleção é mostrado na figura 1.

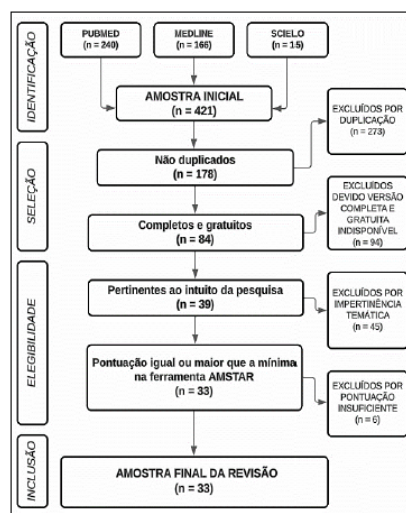


Figura 1. Esquema do processo de busca e seleção dos artigos

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em relação ao local de origem dos estudos incluídos, destaca-se que 20 (60,6%) foram oriundos da Europa, seguido pela América do Norte com 5 (15,2%) publicações, A figura 2 apresenta a distribuição dos artigos incluídos entre os países de origem. Na distribuição dos artigos pelo ano de publicação, obteve-se 12 (36,4%) entre 2020 e 2021, e 11 (33,3%) de 2022 a 2023. Sobre a área de aplicação dos estudos, 7 (21,2%) abordaram a Reabilitação neurológica e 6 (18,2%) a área de saúde do idoso. A tabela 1 apresenta os dados gerais completos dos artigos incluídos.

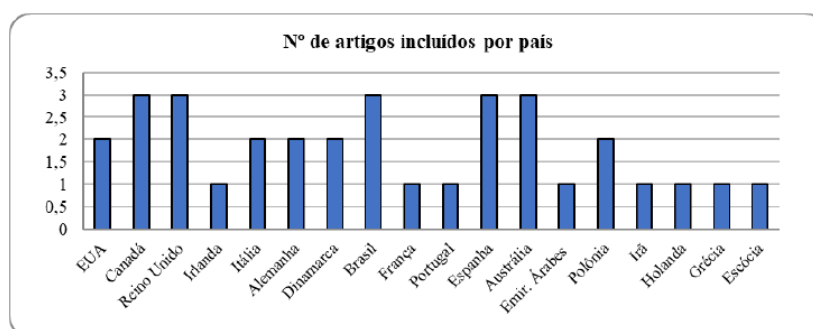


Figura 2. Quantidade de estudos incluídos por país de origem

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Tabela 1. Características gerais dos artigos incluídos no estudo

Região de origem		
	n	%
América do Norte	5	15,2
América do Sul	3	9,1
Europa	20	60,6
Oriente médio	2	6,1
Oceania	3	9,1
	p< 0,0001*	
Ano de publicação		
	n	%
2016-2017	5	15,2
2018-2019	5	15,2
2020-2021	12	36,4
2022-2023	11	33,3
	p= 0,04*	
Área de aplicação		
	n	%
Órtese/prótese	1	3,0
Saúde mental	1	3,0
Reab. musculoesquelética	4	12,1
Reab. pulmonar/cardiovascular	4	12,1
Saúde do idoso	6	18,2
Reab. Neurológica	7	21,2
Saúde da Mulher	3	9,1
Reumatologia	2	6,1
Queimaduras	1	3,0
Tecnologia em saúde	4	12,1
	p= 0,18*	

Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A respeito do tipo de tecnologia abordada nos 33 artigos analisados, 6 estudos (18,2%) foram relacionados com Tecnologias de saúde em geral (*eHealth*), também 6 estudos abordaram Tecnologias móveis (*mHealth*), e 5 (15,2%) Tecnologias de Telessaúde ou Telereabilitação. Os resultados completos sobre classificação das tecnologias encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Classificação das tecnologias abordadas nos artigos incluídos no estudo

Tecnologia abordada		
	n	%
Sistemas de avaliação	4	12,1
Tecnologia de movimento	1	3,0
Tecnologia móvel (<i>mHealth</i>)	6	18,2
Dispositivos ortopédicos	1	3,0
Robótica	1	3,0
Tecnologia em saúde (<i>eHealth</i>)	6	18,2
Monitores de atividade física	3	9,1
Neuropróteses motoras	1	3,0
Telessaúde	5	15,2
Exoesqueletos	1	3,0
Realidade virtual/aumentada	3	9,1
Registros eletrônicos de saúde	1	3,0
p= 0,12*		
Classificação Merhy		
	n	%
Tecnologia Leve	1	3,0
Tecnologia Leve-dura	25	75,8
Tecnologia Dura	5	15,2
Tecnologia em Geral	2	6,1
p< 0,0001*		
Classificação Nietzsche		
	n	%
Tecnologia Educacional	11	33,3
Tecnologia Gerencial	2	6,1
Tecnologia Assistencial	17	51,5
Tecnologia não específica	3	9,1
p= 0,0003*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

De acordo com a classificação Merhy, 25 estudos (75,8%) estão relacionados com tecnologias leve-duras, 5 (15,2%) artigos abordaram tecnologias duras e 1 (3,0%) tecnologias leves. 6,1% dos estudos abordaram tecnologias de forma abrangente, sendo classificadas como "tecnologia em geral".

Segundo a classificação de Nietzsche, foram encontrados os seguintes resultados: 17 (51,5%) relacionado com a tecnologia assistencial, 11 (33,3%) com tecnologia educacional, e 2 (6,1%) tecnologia do tipo gerencial. Em relação a esta classificação, 3 (9,1%) estudos abordaram tecnologias de modo abrangente, sendo classificadas como "tecnologia não específica".

Algumas características metodológicas dos estudos incluídos são apresentadas na tabela 3. Podemos destacar que, em relação ao tipo de estudo, 18 (54,5% consistiram em revisões sistemáticas simples e 12 (36,4%) em revisões sistemáticas com metanálise. Sobre o objetivo geral das pesquisas, 15 estudos (45,5%) foram descritos como exploração tecnológica (sem enfoque direto na intervenção clínica); 8 (24,2%) estudos de eficácia (intervenção clínica sem controle) e 10 (30,3%) estudos de eficácia comparada (intervenção clínica com controle).

Tabela 3. Características metodológicas dos estudos incluídos

Tipo de estudo		
	n	%
Revisão sistemática	18	54,5
Rev. Sist. + Metanálise	12	36,4
Revisão de escopo	3	9,1
p= 0,0025*		
Objetivos		
	n	%
Eficácia	8	24,2
Eficácia comparada	10	30,3
Exploração tecnológica	15	45,5
p= 0,32*		
Método de análise		
	n	%
Metanálise	12	36,4
Síntese narrativa	13	39,4
Outros	3	9,1
Não informado	5	15,2
p= 0,02*		

*Teste G de aderência

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quanto aos resultados obtidos nos 18 estudos focados na eficácia e eficácia comparada das tecnologias, destaca-se que 11 (61,1%) apresentaram efeito positivo (melhora clínica em relação ao controle adotado); 2 (11,1%) efeito negativo (efeito inferior ao controle); e 5 (27,8%) efeito inconclusivo. Entre os 12 estudos que realizaram metanálise dos dados, apenas 4 estudos relataram resultados estatisticamente significativos, 3 estudos referiram resultados não significativos; e 5 resultados indeterminados em relação à significância.

DISCUSSÃO

Esta revisão reúne informações científicas abordando aplicações tecnológicas na área de Fisioterapia e reabilitação nos últimos 10 anos, apresentando achados de grande interesse, incluindo estudos focados em diversas especialidades e variados tipos de tecnologias adotadas, com destaque para os recursos digitais.

A maioria dos artigos foi proveniente da Europa, o que ainda demonstra a priorização das tecnologias em saúde neste bloco geográfico, apesar da tendência observada de despolarização, com produções provenientes da América do Sul e do Oriente Médio. A saúde representa uma área de geração de tecnologias onde a definição de agendas concentra-se principalmente nos países desenvolvidos, e atende principalmente populações com maior poder aquisitivo ¹².

Um exemplo desta disparidade é apresentado por aplicativos de combate à Incontinência Urinária, desenvolvidos no Brasil, apresentarem menor confiabilidade em comparação com outros para treinamento muscular pélvico, oriundos da Nova Zelândia, os quais apresentaram um maior escore de qualidade ¹³. Essa variação ocorre devido a diversos fatores, principalmente pelo maior investimento em pesquisas nos países desenvolvidos.

Observando a distribuição das publicações ao longo do recorte temporal, percebe-se um notável aumento na quantidade de artigos nos anos de 2020 e 2021, coincidindo com o início da pandemia do

COVID-19 e as medidas restritivas provenientes. Mesmo nos anos seguintes, com o relaxamento do isolamento, o ritmo se manteve, demonstrando que a abordagem tecnológica na área de Fisioterapia torna-se um tema consolidado.

Em relação à área de aplicação dos estudos incluídos, verificou-se a prevalência das aplicações em Reabilitação Neurológica e temas relacionados à Saúde do Idoso, o que demonstra a importância da produção tecnológica nestas áreas, devido, entre outros fatores, aos altos custos e longa duração dos cuidados de saúde e reabilitação nestas populações.

A intervenção de aplicativos móveis em doenças do Sistema Nervoso Central apresenta evidências de eficácia, o que possibilita um melhor monitoramento desses pacientes, obtendo resultados significativos quanto à melhora no âmbito das reabilitações física e cognitiva ¹⁴.

Nesse aspecto, a terapia robótica se mostrou particularmente eficaz no tratamento de pacientes com sequelas de Acidente Vascular Cerebral, que não conseguem andar de forma independente ¹⁵. Para estes pacientes, o objetivo mais importante é recuperar a autonomia da marcha, o que foi mais facilmente alcançado por meio da terapia robótica na forma de assistência eletromecânica.

Em uma das revisões incluídas, ressalta-se que os exoesqueletos vestíveis são um exemplo de dispositivos que permitem a interação ativa do paciente na reabilitação da marcha, pesquisas relacionadas a esses equipamentos vêm crescendo significativamente nos últimos anos, pois possibilitam auxiliar os pacientes de forma ativa ¹⁶.

Os recursos tecnológicos abordados na maioria dos estudos foram relacionados a aplicações digitais de saúde em geral, que assumiram, nos últimos anos, a denominação *eHealth* (*Electronic Health*), referindo-se a diversas aplicações tecnológicas em contextos de saúde ¹⁷. Tais estudos partem da possibilidade de integrar padrões de atividades em interfaces facilitadoras no manejo de informações, o que otimizará a gestão e o planejamento de estratégias de intervenção em saúde.

Outro destaque verificado se trata das Tecnologias Móveis ou *mHealth* (*Mobile Health*), que são recursos intermediados por plataformas de realidade virtual e dispositivos digitais móveis (smartphones ou tablets). Frisa-se a possibilidade de utilização das *mHealth* na detecção precoce de demandas em saúde, por exemplo, por meio de questionários e softwares de monitoramento clínico em pacientes hospitalizados ¹⁸.

Também chama atenção a ocorrência de estudos que exploram a Telessaúde ou Telereabilitação como meio de abordagem dos usuários, alternativas que esboçam a quebra do paradigma acerca da necessidade do contato presencial entre terapeuta e paciente. Resultados positivos já são apontados em recursos de Telereabilitação quando comparados a alternativas terapêuticas tradicionais, com significativa redução de sintomas e notória adesão ao tratamento em crianças e adolescentes ¹⁹.

Ainda sob a perspectiva remota, a telessaúde de ponta otimiza a terapia de exercícios domiciliares e a qualidade de vida em pessoas com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) estável, além de minimizar a dispneia funcional, superando grupos sem terapia e assemelhando-se a grupos em atendimento ambulatorial/hospitalar ou domiciliar na ausência da tecnologia ²⁰.

A notoriedade dessas abordagens aponta um crescente interesse em formas remotas de assistência, tendo em vista que, além de desafogar os sistemas de saúde públicos e privados, pode reduzir custos em redes de acolhimento físicas. Conforme revisão sistemática analisada ²¹, devido à pandemia do COVID-19, os atendimentos fisioterapêuticos ficaram limitados, ensejando o fomento de ferramentas de telessaúde, com evidências de alta aceitação e efetividade no atendimento fisioterapêutico.

Nesse sentido, é pertinente citar a Resolução nº 516 do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) ²², de 20 de março de 2020, a qual dispõe sobre Teleconsulta,

Telemonitoramento e Teleconsultoria, enfatizando a autonomia e a independência do profissional na determinação dos atendimentos que podem ser acompanhados à distância:

A Teleconsulta consiste na consulta clínica registrada e realizada pelo Fisioterapeuta ou Terapeuta Ocupacional à distância. O Telemonitoramento consiste no acompanhamento à distância, de paciente atendido previamente de forma presencial, por meio de aparelhos tecnológicos - *preservando e desburocratizando o vínculo profissional-paciente*. Nesta modalidade o Fisioterapeuta (...) deve decidir sobre a necessidade de encontros presenciais para a reavaliação, (...). A Teleconsultoria consiste na comunicação registrada e realizada entre profissionais, (...), com o fim de esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relativas ao processo de trabalho (Grifo nosso).

Conforme a análise dos estudos baseada na classificação de Merhy apresentou maior ocorrência de tecnologias leve-duras, o que corrobora com a revisão incluída na qual a maioria dos estudos utilizaram as tecnologias leve-duras, relacionadas a complicações no membro superior pós-cirurgia do câncer de mama ²³.

Compreende-se que a classificação de Merhy relaciona-se aos processos, tecnologias e formas de obter melhorias nas condições de saúde. As tecnologias leve-dura relacionam-se com a utilização de saberes estruturados ou tecnologias-saberes, possibilitando visualizar o indivíduo, objeto de sua intervenção e compreender as suas necessidades e demandas ⁸. De acordo com a classificação de Nietzsche, a maioria dos estudos abordaram Tecnologias Assistenciais, o que aponta para uma maior ênfase nas aplicações tecnológicas voltadas a intervenções de Fisioterapia e reabilitação.

A ênfase assistencial das tecnologias também se verifica no objetivo dos estudos que, na sua maioria, focaram na eficácia dos recursos, abrangendo estudos controlados e não controlados. Destaca-se o estudo que comprova o benefício das tecnologias da informação e comunicação à distância no treinamento de equilíbrio em idosos, reduzindo, consequentemente, os riscos de quedas ²⁴.

Cabe destacar que a maioria dos estudos sobre aplicação clínica obtiveram resultados positivos em relação aos efeitos e à eficácia das tecnologias, mesmo levando em consideração a grande variabilidade metodológica. Como exemplo, cita-se o estudo acerca da reabilitação do equilíbrio assistida por tecnologia em indivíduos com lesão medular, envolvendo plataformas de força e treinadores de marcha robóticos ²⁵. Porém, deve-se frisar que a maioria destes estudos não relataram resultados estatisticamente significativos.

Os dados analisados reiteram o potencial de aplicabilidade dos recursos tecnológicos na área de Fisioterapia e reabilitação, com destaque dos meios eletrônicos e digitais, como a Realidade virtual e os aplicativos móveis, assim como os recursos de telereabilitação. Um recorte dessa realidade é a pesquisa em que a Realidade Aumentada, aliada a terapias convencionais, mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio e da marcha de parkinsonianos, ainda que se considere a falta de homogeneidade nas intervenções ²⁶.

Segundo dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), as tecnologias emergentes relacionadas à reabilitação, notadamente à mobilidade, vêm se beneficiando do uso de componentes digitais como sensores, inteligência artificial, neuropróteses avançadas, auxiliares avançados de marcha, cadeiras de rodas avançadas, exoesqueletos e outras tecnologias facilitadoras ²⁷.

Diversos recursos abordados nos estudos podem ser caracterizados como Tecnologias Assistivas (TA), apesar do termo específico não ser adotado em grande parte das publicações. Os dispositivos de TA constituem um importante fator de intervenção ambiental na edificação do quadro de saúde, a qual visa adaptar as Atividades de Vida Diária (AVDs) de indivíduos as suas demandas específicas, a exemplo

do público infantil com deficiências neurofuncionais ²⁸. Recursos de TA também são importantes na inclusão funcional de pessoas com comorbidades incapacitantes e doenças crônicas ²⁹.

As limitações nesta revisão, enaltecem a possibilidade de ampliar o espectro de alcance das buscas, tais como: número de bases de dados acessadas, o refinamento das palavras-chave, a fim de permitir uma busca mais abrangente, assim como, o caráter geral da exploração do tema, o que limitou o aprofundamento em áreas específicas de tecnologia na Fisioterapia, podendo ser justificado pelo objetivo de análise panorâmica do estudo.

Deve-se destacar, também, uma limitação sobre a possível perda de inclusão de estudos importantes sobre o tema devido aos critérios de inclusão e exclusão adotados, o que poderia, inclusive, influenciar dados como a distribuição geográfica dos estudos e os tipos de tecnologias abordadas. Ressalta-se, porém, que os critérios metodológicos da revisão visam garantir a qualidade dos estudos incluídos e preservar a propriedade das análises.

As implicações práticas do estudo envolvem a concepção de que produtos educacionais voltados ao processo de desenvolvimento tecnológicos em Fisioterapia poderão alcançar maior inserção na promoção da saúde se enfatizarem recursos direcionados a áreas com demanda e embasamento científico, notadamente nas áreas de reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como destacar aplicações para dispositivos móveis e os recursos de Telessaúde.

Os recursos eletrônicos e digitais destacados no estudo representam uma adaptação da pesquisa e assistência em saúde ao atual mundo digital. São necessários mais estudos de qualidade acerca da aplicação tecnológica em áreas específicas da Fisioterapia e da reabilitação, explorando, sobretudo, os requisitos teóricos e técnicos dos recursos, assim como os efeitos terapêuticos das intervenções.

CONCLUSÃO

A análise das características atuais da aplicação tecnológica na Fisioterapia permitiu identificar diversas áreas em destaque nos estudos científicos analisados, como na reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como o potencial de recursos específicos como as aplicações para dispositivos móveis e os recursos de Telessaúde. Destaca-se aqui a tendência nos estudos da exploração de tecnologias digitais e eletrônicas incorporadas aos recursos voltados à reabilitação. Espera-se que as informações reunidas contribuam ao fornecer embasamento para futuras pesquisas na área de inovação e desenvolvimento tecnológicos em Fisioterapia, assim como, despertar a necessidade da inserção da temática tecnológica em atividades de ensino e formação profissional em saúde.

REFERÊNCIAS

1. Moura L. Monitoramento e avaliação da propriedade intelectual em um laboratório de inovação tecnológica voltado para saúde. R. Bras. Inov. Tecnol. Saúde. 2019;9(1):12. <https://doi.org/10.18816/r-bits.v1i9.17987>
2. Ruiz Morilla MD, Sans M, Casasa A, Giménez N. Implementing technology in healthcare: insights from physicians. BMC Med Inform Decis. 2017;17(1):92. <https://doi.org/10.1186/s12911-017-0489-2>
3. World Intellectual Property Organization (WIPO). Pesquisa simples de patentes. [Acesso em: 13 mar 2024]. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>

4. Celuppi IC, Lima GS, Rossi E, Wazlawick RS, Dalmarco EM. Uma análise sobre o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil e no mundo. CSP [online]. 2021;37(3):e00243220. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00243220>
5. Ruaro MB, Ruaro JA, Paula D. Prospecção de Tecnologias para Telerreabilitação: inovação nos atendimentos fisioterapêuticos. Cadernos de Prospecção, [S. l.]. 2022; 15(1):161–177. <https://doi.org/10.9771/cp.v15i1.45998>
6. Chen Y, Abel KT, Janecek JT, Chen Y, Zheng K, Cramer SC. Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. Int J Med Inform. 2019;123:11–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.12.001>
7. Galvão MCB, Ricarte ILM, Rezende G, Calandrin ID. Tecnologias da informação e comunicação no ensino da Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Fonoaudiologia durante a pandemia de COVID-19. Avaliação (Campinas) [Internet]. 2023;28:e023014. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772023000100021>
8. Almeida ATD. Tecnologias para a promoção da saúde de estudantes universitários: revisão de escopo. 106f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/52630?locale=pt_BR
9. Nietzsche EA, Backes VMS, Colomé CLM, Ceratti RN, Ferraz F. Tecnologias educacionais, assistenciais e gerenciais: uma reflexão a partir da concepção dos docentes de enfermagem. Rev Latino-Am Enfermagem, 2005;13(3):344–352. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692005000300009>
10. Sousa LMM, Marques-Vieira CMA, Severino SSP, Antunes AV. A Metodologia de Revisão Integrativa de Literatura em Enfermagem. Revista Investigação em Enfermagem. 2017. 17-26. <https://www.researchgate.net/publication/321319742>
11. Costa AB, Zoltowski APC, Koller SH, Teixeira MAP. Construção de uma escala para avaliar a qualidade metodológica de revisões sistemáticas. Cien Saúde Colet. [online]. 2015;20(8): 2441-2452. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015208.10762014>
12. Urti CT, Soares MCC, Vargas M. Priorização das necessidades do sistema público de saúde e produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. CTS, 2019;14(40):135–135. <https://www.redalyc.org/journal/924/92459230005/html/>
13. Dantas LO, Carvalho C, Santos BL de J, Ferreira CHJ, Bø K, Driusso P. Mobile health technologies for the management of urinary incontinence: A systematic review of online stores in Brazil. Braz J Phys Ther [Internet]. 2021;25(4):387–95. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.01.001>
14. Triantafyllidis A, Segkouliet S, Zygoris S, Michailidou C, Avgerinakis K, Fappa E et al. Mobile App Interventions for Parkinson's Disease, Multiple Sclerosis and Stroke: A Systematic Literature Review. Sensors. 2023; 23(7):3396. <https://doi.org/10.3390/s23073396>
15. Carpino G, Pezzola A, Urbano M, Guglielmelli E. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art. J Healthc Eng. 2018 Jun 4;2018:7492024. <https://doi.org/10.1155/2018/7492024>

16. Rodríguez-Fernández A, Lobo-Prat J, Font-Llagunes JM. Systematic review on wearable lower-limb exoskeletons for gait training in neuromuscular impairments. *J. Neuroengineering Rehabil.* 2021;18(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00815-5>
17. Molina R, Segovia-Porras A, Ruiz M, Baca-Garcia E. eHealth tools for assessing psychomotor activity in schizophrenia: a systematic review. *BJP.* 2021;43(1):102–7 <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2019-0867>
18. Andreotti ET, Ipuchima JR, Pivetta MVL, Arieta AG, Cazella SC, Herbert JS et al. Detect-S: an mHealth application to assist health professionals to identify suicide risk in hospitalized patients. *Trends Psychiatry Psychother.* 2021; 43(3):200–6. <https://doi.org/10.47626/2237-6089-2020-0079>
19. Santos MTN, Moura SCDO, Gomes LMX, Lima AH, Moreira RS, Silva CD et al. Telehealth application on the rehabilitation of children and adolescents. *RPPed.* 2014; 32(1):136–43. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822014000100020>
20. Bonnevie T, Smondack P, Elkins M, Gouel B, Medrinal C, Combret Y et al. Advanced telehealth technology improves home-based exercise therapy for people with stable chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review, *J Physiother.* 2021;67(1):27-40. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2020.12.006>
21. Zischke C, Simas V, Hing W, Milne N, Spittle A, Pope R. The utility of physiotherapy assessments delivered by telehealth: A systematic review. *J Glob Health.* 2021 Dec 18;11:04072. <https://doi.org/10.7189/jgh.11.04072>
22. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO). Resolução nº 516 de 20 de março de 2020 - Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria [online]. Brasília: Diário Oficial da União. 2020. [Acesso em: 21 jun 2024]. Disponível em <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825>
23. Gonçalves ML, Tomadon A, Cruz LAP, Gozzo TO. Tecnologias em saúde aplicadas na reabilitação de mulheres com câncer de mama: revisão de escopo. *Acta Fisiátrica [S. l.].* 2020; 27(1):51-57. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v27i1a168763>
24. Gaspar AGM, Lapão LV. eHealth for Addressing Balance Disorders in the Elderly: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2021; 23(4): e22215. <https://doi.org/10.2196/22215>
25. Lorusso M, Tagliamonte NL, Tramontano M, Fresch A, Granelli G, Smania N et al. Technology-assisted Balance Assessment and Rehabilitation in Individuals with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *NeuroRehabilitation*, 2022;51(2):213-230. <https://doi.org/10.3233/nre-220060>
26. Vinolo MJG, Gonzalez-Medina G, Lucena-Anton D, Perez-Cabezas V, Ruiz-Molinero MDC, Martín-Valero R. Augmented Reality in Physical Therapy: Systematic Review and Meta-analysis *JMIR Serious Games.* 2021; 9(4):e30985. <https://doi.org/10.2196/30985>
27. World Intellectual Property Organization (WIPO). Technology Trends 2021: Assistive Technology. Chemin des Colombettes, Geneva 20, Switzerland, 2021. [Acesso em: 25 mar 2024]. Disponível em <https://www.wipo.int/web/technology-trends/assistive-technology/visualization>
28. Varela RCB, Oliver FC. A utilização de Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. *Ciênc saúde coletiva [Internet].* 2013 Jun;18(6):1773–84. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000600028>

ANEXO E - Artigo publicado referente à pesquisa de patentes

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/18475>



Revista Tecnologia e Sociedade
ISSN: 1984-3526

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts>

Análise Tecnológica de Registros de Patentes na Área de Fisioterapia e Reabilitação no Brasil

RESUMO

Júlio Cesar da Rocha Alves
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil
rocha_alvesjc@hotmail.com

Luciana da Silva Alves
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil
fisiolucianaalves@gmail.com

Aline Batista dos Santos
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil
alinebdsnts@gmail.com

Isabela Contente Pereira
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil
isa.contente6@gmail.com

Valéria Marques Ferreira Normando
Universidade do Estado do Pará
(UEPA), Belém, Pará, Brasil
valerianormando@uepa.br

Considerando o atual cenário de demanda tecnológica em saúde e a escassez de pesquisas sobre registros de patentes em Fisioterapia, o presente estudo buscou analisar a produção tecnológica nacional em Fisioterapia e reabilitação por meio de pesquisa de patentes. Consistiu em uma revisão de patentes por busca no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, usando códigos da Classificação Internacional de Patentes para dispositivos de Fisioterapia depositadas no período de 2013 a 2023. Os registros foram triados por pertinência pela leitura dos títulos e resumos, com análise descritiva dos depósitos incluídos. Obteve-se na busca 364 registros, sendo excluídos 164 por impertinência, resultando em 200 registros. Observou-se concentração de registros no Brasil entre os anos de 2017 e 2019, sendo 52% de origem nacional e 48% internacionais. Os depósitos brasileiros concentram-se na região Sudeste (56,7%) seguida pela região Sul (27,9%). Na classificação por área de aplicação, obteve-se 22,5% de Aplicação geral, 20% em Traumatologia e 13,5% em Tecnologia Assistiva. Quanto ao tipo de produto, 23,5% dos registros analisados foram referentes a aparelhos para cinesioterapia. Observou-se predomínio de tecnologias de baixa complexidade, com destaque, mesmo em menor número, de produtos de alta complexidade como exoesqueletos e dispositivos de robótica. Espera-se que o estudo seja útil ao contribuir para a compreensão do panorama tecnológico em Fisioterapia no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia em Saúde. Modalidades de Fisioterapia. Reabilitação

INTRODUÇÃO

Os fenômenos relacionados à Ciência e a Tecnologia têm se destacado na sociedade moderna, em razão do avanço e do grau de complexidade dos constructos gerados a partir da relação entre os fatores e agentes envolvidos, e que tem permitido a sociedade conviver em um mundo cada vez mais artificial, influenciado pelos avanços da tecnociência (Carvalho De Siqueira, 2021).

O movimento denominado de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) defende, dentre outros objetivos e preceitos, a participação da sociedade em temas e demandas reais relacionados à ciência-tecnologia. As aplicações da CTS também se destacam pela procura por práticas científicas e tecnológicas responsáveis, incorporando valores sociais nas atividades de pesquisa e inovação, que considerem a diversidade cultural e social, bem como a conservação ambiental (Rosa; Strieder, 2021).

A saúde representa uma área de geração de conhecimentos e tecnologias onde os investimentos concentram-se principalmente nos países desenvolvidos, e atende principalmente populações com maior poder aquisitivo (Tomassini, et al., 2019). A expansão dos sistemas de saúde nas décadas após a Segunda Guerra Mundial levou ao desenvolvimento de estratégias e políticas públicas que buscavam ordenar a incorporação de tecnologias nos sistemas de saúde, com o objetivo de garantir segurança e efetividade para os pacientes (Novaes; Soárez, 2020).

Neste contexto, a Fisioterapia apresenta-se como uma ciência da saúde dedicada ao estudo, prevenção e tratamento de distúrbios cinético-funcionais humanos. Seus procedimentos e recursos de intervenção, sujeitos à renovação tecnológica, configuram-se como essenciais na reabilitação dos mais diversos acometimentos em saúde, a destacar as disfunções e incapacidades do sistema musculoesquelético e locomotor (COFFITO, 2017).

As patentes são essenciais para a difusão da tecnologia da universidade para a sociedade e resultam de inovações tecnológicas provenientes de pesquisas desenvolvidas, tanto no meio acadêmico, como no meio empresarial. Refletem os indicadores científicos e tecnológicos que favorecem o desenvolvimento econômico e social do país. O conhecimento produzido no processo de patente, configura-se como uma importante fonte de informação, sendo um meio essencial de difundir a tecnologia produzida em determinada área (Méndez-Morales; Ochoa-Urrego; Randhir, 2022).

De 2015 a 2024 foram registradas em uma base de patentes internacional 377.730 depósitos de patentes na área de aparelhos e dispositivos de Fisioterapia, com a maioria absoluta dos registros provenientes da China, seguida pelos Estados Unidos e nenhum registro originado da América Latina na base consultada nesta área (WIPO-Patentscope, 2024).

Os dispositivos de Tecnologia Assistiva (TA) constituem um fator ambiental na edificação do quadro de saúde, a qual visa otimizar as Atividades de Vida Diária (AVDs) de indivíduos com demandas específicas, a exemplo do público infantil com deficiências cognitivas e locomotoras (Varela; Oliver, 2013). Produtos da TA também são importantes na inclusão funcional de pessoas com comorbidades incapacitantes e doenças crônicas (Imamura, 2019).

Tem-se mostrado inegável, no Brasil, a indispensabilidade da contribuição fisioterapêutica na rede de cuidados que assiste pacientes com deficiências ou condições incapacitantes, tendo em vista o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cujos dados revelaram que mais de 45 milhões de

brasileiros têm alguma forma de deficiência, abrangendo deficiências físicas, visuais, auditivas ou mentais (Brasil, 2021).

O panorama de registros de patentes em saúde no Brasil, principalmente envolvendo a Fisioterapia, é historicamente marcado pela carência de recursos e polos de produção de tecnologia nacionais, ainda que seu desenvolvimento tenha se esboçado nos últimos anos, com dados que partem da crescente implementação e valorização de tecnologias digitais e remotas a partir do período pandêmico de COVID-2019 (Vasconcelos et al., 2021).

Ações e políticas para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil vêm sendo implementadas nos últimos anos, apesar disto, não é possível observar uma quantidade significativa de biotecnologias patenteadas. Este número se torna ainda mais ínfimo quando se observam apenas os resultados dos titulares residentes no país (Florêncio et al., 2020).

Uma recente pesquisa de revisão sobre a aplicabilidade de tecnologias em Fisioterapia e reabilitação em estudos científicos identificou importantes áreas de utilidade, como na reabilitação neurológica e na saúde do idoso, assim como o potencial de recursos específicos como as aplicações para dispositivos móveis e os recursos de Telessaúde (Alves et al., 2023).

Considerando o atual cenário de demanda tecnológica em saúde e a escassez de pesquisas sobre registros de patentes em Fisioterapia, o presente estudo busca analisar a evolução das características da produção nacional de tecnologias na área de Fisioterapia e reabilitação por meio de uma pesquisa de depósitos de patentes na base nacional de registros. Espera-se, assim, contribuir para o conhecimento sobre geração de tecnologias nesta área no Brasil, fornecendo bases para atividades de ensino, pesquisa e inovação tecnológica, como forma de integrar sistemas de competências direcionados a fomentar a participação acadêmica e da sociedade na geração de tecnologias em saúde.

METODOLOGIA

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e aprovado com parecer no. 5.956.698, integrando um estudo do Programa de Doutorado Ensino em Saúde na Amazônia (ESA/UEPA). O projeto recebeu financiamento na forma de bolsa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Edital N.º 026/2023 – UEPA/FAPESPA).

O estudo consistiu em uma revisão de registros de patentes com a busca inicial realizada em 19 de janeiro de 2024 abrangendo a área de Fisioterapia e reabilitação por meio de busca avançada de patentes no site do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), disponível no endereço <http://www.inpi.gov.br/>.

O INPI oferece serviços como o registro de marcas, desenhos industriais, indicações geográficas, programas de computador e topografias de circuitos integrados, além da concessão de patentes e da averbação de contratos de franquia e transferência de tecnologia (Instituto Nacional de Propriedade Industrial, 2025). O Instituto Foi escolhido como base de pesquisa do estudo por ser depositório público oficial de registro de patentes no Brasil.

Como estratégia de busca foram utilizados os códigos da Classificação Internacional de Patentes (IPC) adotada pelo INPI, referentes às áreas de Aparelhos e Dispositivos de Fisioterapia (A61H) (Quadro 1), com restrição de data do depósito da patente de 2013 a 2023, resultando no mecanismo de busca abaixo:

(A61H 1/00 OR A61H 1/02 OR A61H 3/00 OR A61H 5/00 OR A61H 7/00 OR A61H 9/00 OR A61H 11/00 OR A61H 15/00 OR A61H 19/00 OR A61H 21/00 OR A61H 23/00 OR A61H 31/00 OR A61H 37/00 OR A61H 39/00 OR A61H 99/00 OR A61N 1/00 OR A61N 5/00 OR A61N 7/00)

Quadro 1. Descrição dos códigos IPC utilizados na busca de patentes no INPI

A61H	Aparelhos de fisioterapia, p. ex. dispositivos para localizar ou estimular os pontos de reflexibilidade do corpo; respiração artificial; massagem; dispositivos de banho para usos especiais terapêuticos ou de higiene ou partes específicas do corpo.
A61H 1/00	Aparelhos para exercícios passivos; Aparelhos vibratórios; Dispositivos para quiroprática, p. ex. dispositivos para impacto do corpo, dispositivos externos para ligeira extensão ou alinhamento de ossos quebrados.
A61H 1/02	Dispositivos para impacto do corpo, dispositivos externos para ligeira extensão ou alinhamento de ossos quebrados; / Aparelhos extensores ou de curvamento, para exercícios.
A61H 3/00	Aparelhos para ajudar os deficientes físicos a se locomoverem.
A61H 5/00	Aparelhos para exercícios dos olhos.
A61H 7/00	Dispositivos de massagens por amassamento-sucção; Dispositivos para massagem da pele por fricção ou escovamento, não incluídos em outro local.
A61H 9/00	Massagens pneumáticas ou hidráulicas.
A61H 11/00	Cintos, faixas ou pentes para massagens.
A61H 15/00	Massagem por meio de roletes, esferas, infláveis, correntes ou correntes de roletes.
A61H 19/00	Massagem dos órgãos genitais
A61H 21/00	Dispositivos de massagem para cavidades do corpo.
A61H 23/00	Massagem por percussão ou vibração, p. ex. por meio de vibração supersônica; Massagem por vibração-sucção; Massagem com diafragmas móveis.
A61H 31/00	Respiração artificial ou estimulação cardíaca, p. ex. massagem cardíaca
A61H 37/00	Acessórios para massagem
A61H 39/00	Dispositivos de fisioterapia para localizar ou estimular pontos específicos de reflexibilidade do corpo, p. ex. acupuntura
A61H 99/00	Matéria não abrangida pelos demais grupos desta subclasse
A61N 1/00	Eletroterapia; Seus circuitos
A61N 5/00	Terapia por radiação (dispositivos ou aparelhos aplicáveis a ambos, terapia e diagnóstico)
A61N 7/00	Terapia por ultrassom

Fonte: <http://ipc.inpi.gov.br/>, 2024

Os resultados da busca inicial foram primeiramente submetidos à leitura dos títulos e resumos dos registros buscando excluir aqueles sem pertinência temática. Os dados dos registros de patentes resultantes da triagem foram registrados em formulário próprio de extração de dados e exportados para o software Microsoft Excel® para organização, tratamento e análise das informações. Foram extraídos os dados referentes ao: título da patente; número do pedido; data do depósito; classificação IPC; país de origem; depositante; descrição do produto; área de aplicação; objetivo/destinação.

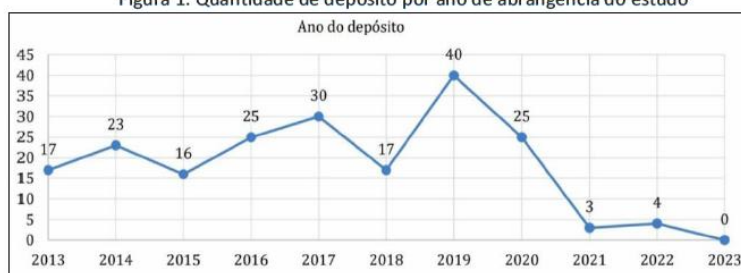
A análise dos dados foi focada na estatística descritiva e distribuição categorizada dos dados dos registros de depósitos de acordo com a data de depósito, tipo de produto/tecnologia, área de aplicação e destinação e objetivo. Os dados quantitativos foram analisados por meio do software Microsoft Office Excel® e BioEstat 5.0, sendo expressos por frequências simples e percentuais e representados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram obtidos, na busca avançada de patentes, 364 resultados de registros para os códigos utilizados no período delimitado. Foram excluídos 164 registros por impertinência temática, resultando em 200 registros de patentes com aplicação confirmada em Fisioterapia e Reabilitação.

Em relação à quantidade de depósito nos anos abrangidos no estudo (figura 1), observou-se uma maior concentração nos anos de 2017 com 30 registros, 2020 com 25 e com destaque para o ano de 2019 onde foram encontrados 40 depósitos, representando 20%, sendo o ano mais expressivo no recorte temporal adotado ($p < 0,0001$).

Figura 1. Quantidade de depósito por ano de abrangência do estudo



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Dentre os resultados obtidos em relação ao país de origem, 104 (52%) registros foram provenientes de depositantes nacionais e 96 (48%) de depositantes internacionais. Dentre os registros de origem estrangeira, Estados Unidos foi o país que mais se destacou com 46 (23%), seguido da Itália com 7 (3,5%).

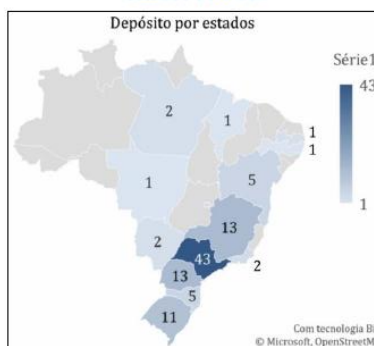
Quanto aos depositantes brasileiros, concentra-se a maioria (56,73%) na região Sudeste do país, seguida pela região Sul com 27,88% dos depósitos, e a região Norte menor número de registros com apenas 2 (1,92%) depósitos ($p < 0,0001$). Entre os estados, destaca-se São Paulo com 43 dos 104 pedidos (41,35%), Minas Gerais e Paraná com 13 (12,50%) registros cada (figuras 2 e 3).

Figura 2. Quantidade de depósito por regiões do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

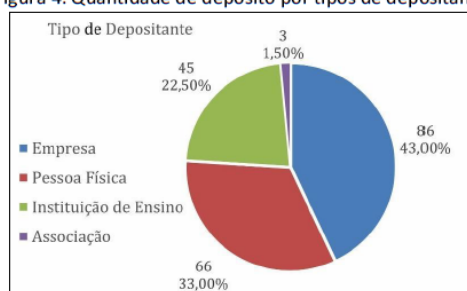
Figura 3. Quantidade de depósito por estados do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os depositantes dos pedidos de patente foram classificados nas seguintes categorias (figura 4): empresa 86 registros (43%), pessoa física 66 (33%), instituição de ensino 45 (22,5%) e associação 3 (1,5%).

Figura 4. Quantidade de depósito por tipos de depositantes



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

No que diz respeito às áreas de aplicação na Fisioterapia e reabilitação, destacam-se os registros relacionados à Aplicação geral, com 45 registros (22,5%), seguidas de 40 (20%) da área de Traumatismo-ortopedia, 27 registros referentes à Tecnologia Assistiva (13,5%) e 20 (10%) relacionados à Fisioterapia Respiratória (tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos registros por áreas de aplicação

Área de aplicação		
	N	%
Aplicação geral	45	22,50%
Traumatismo-ortopedia	40	20,00%
Tecnologia assistiva	27	13,50%
Respiratória	20	10,00%
Neurofuncional	20	10,00%
Cardiovascular	14	7,00%
Dermatofuncional	10	5,00%
Outros	9	4,50%
Saúde da mulher	4	2,00%
Treinamento físico	4	2,00%
Saúde da criança	2	1,00%
Pesquisa científica	2	1,00%
Saúde do Idoso	2	1,00%
Terapia Complementar	1	0,50%
Total	200	100,00%
Teste G p < 0,0001		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Em relação à classificação dos registros de acordo com os códigos IPC, 46 (23%) registros são descritos como “Aparelhos para exercícios passivos”, 33 (16,5%) como “Dispositivos de massagem”, e 21 (10,5%) como “Aparelhos de auxílio da locomoção”.

Outra classificação foi realizada com base na descrição dos produtos registrados contidas nos resumos, na qual se obteve 47 registros (23,5%) referentes a aparelhos para cinesioterapia, 22 (11%) sobre dispositivos de massagem, 16 (8%) aparelhos de auxílio à locomoção, e 15 (7,5%) aparelhos de ultrassom. Os dados completos de classificação estão descritos nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Distribuição dos registros por classificação IPC

Classificação (IPC)		
	N	%
Aparelhos para exercícios passivos	46	23,00%
Dispositivos de massagem	33	16,50%
Aparelhos de auxílio da locomoção	21	10,50%
Aparelhos de fortalecimento	17	8,50%
Terapia por ultrassom	16	8,00%
Dispositivos para sistema respiratório	10	5,00%
Sistemas de avaliação/diagnóstico	10	5,00%
Eletroterapia e seus circuitos	8	4,00%
Outros	7	3,50%
Aparelhos de aquecimento/resfriamento	6	3,00%
Aparelhos de vibrações mecânicas	6	3,00%
Matéria não abrangida	6	3,00%
Terapia por radiação	5	2,50%
Magnetoterapia	3	1,50%
Aparelhos ortopédicos	3	1,50%
Processamento de dados de saúde	2	1,00%
Material educacional	1	0,50%
Total	200	100,00%
Teste G p< 0,0001		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Tabela 3. Distribuição dos registros por descrição de tecnologia

Descrição da tecnologia		
	N	%
Aparelhos p/ cinesioterapia	47	23,50%
Dispositivos p/ massagem	22	11,00%
Aparelhos de auxílio da locomoção	16	8,00%
Aparelhos de ultrassom	15	7,50%
Sistemas de Avaliação	12	6,00%
Aparelhos de eletroterapia	11	5,50%
Dispositivos de vibrações terapêuticas	11	5,50%
Outros	11	5,50%
Aparelhos ortopédicos	10	5,00%
Exoesqueleto	9	4,50%
Dispositivos de respiração artificial	8	4,00%
Incentivadores respiratórios	7	3,50%
Aparelhos de termoterapia	6	3,00%
Dispositivos vestíveis	6	3,00%
Terapia por irradiação	5	2,50%
Dispositivos de robótica	3	1,50%
Tecnologia Educacional	1	0,50%
Total	200	100,00%
Teste G p< 0,0001		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

DISCUSSÕES

Os resultados do estudo apresentam dados referentes à distribuição temporal e geográfica dos depósitos de patentes no INPI, natureza dos depositantes e classificação dos registros em relação à codificação internacional e à descrição do tecnológica do produto na área de Fisioterapia e reabilitação. A análise dos resultados buscou identificar e discutir padrões de evolução e distribuição dos registros, constituição dos agentes geradores de patentes nesta área, e

caracterizar o panorama de tecnologias registradas em relação ao nível de complexidade dos sistemas, e seus contextos científicos, técnicos e sociais, na ótica da CTS.

Na distribuição dos registros ao longo dos anos, verificou-se um pico de depósitos em 2019 nas áreas consultadas, período imediatamente anterior ao início do quadro de pandemia do COVID-19, sendo verificada uma intensa redução nos registros após esse período. Isso demonstra que, no Brasil, os agentes envolvidos na produção dos objetos de patentes na área de Fisioterapia e reabilitação foram fortemente impactados na pandemia.

Em comparação com a realidade mundial, em uma base de patentes internacional, houve um pico de depósitos em 2021 com 41.221 registros na área de aparelhos e dispositivos de Fisioterapia, em pleno ápice das medidas de cuidado e restrição da pandemia, o que demonstra que países como China e Estados Unidos, potencializaram pesquisas e produções tecnológicas neste período (WIPO, 2024).

Na análise dos países de origem dos registros, verificou-se que uma parcela expressiva dos depósitos provém de origem estrangeira (48%), sendo em sua maioria dos Estados Unidos. Uma análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil revelou que o sistema de patente brasileiro tem uma participação expressiva de depositantes estrangeiros, que representaram um total de 13% das patentes concedidas em todas as áreas setoriais de biotecnologia (Florêncio et al., 2020).

Os resultados da distribuição dos registros por estados esboçam a iniciativa tecnológica de estados brasileiros sem tanta tradição ou estrutura em pesquisa, quando comparados aos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul. Tais dados reiteram o que foi revelado pelo índice FIEC (Federação das Indústrias do Estado do Ceará), realizado em parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) em 2021: São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul lideram a inovação tecnológica em território brasileiro, enquanto estados das regiões Norte e Nordeste assumem as últimas classificações da pesquisa que avalia aspectos de competitividade global, intensidade tecnológica, propriedade intelectual, produção científica e empreendedorismo (CNN Brasil, 2021).

Observa-se uma notória discrepância entre os estados integrantes das regiões Sul/Sudeste e os estados da região Norte, reforçando as presentes e complexas desigualdades regionais no Brasil. Tais diferenças se verificam tanto no que se refere a construção de um ambiente que possibilite e fomente o desenvolvimento de práticas inovadoras quanto no alcance de resultados relacionados à produção e implementação de tecnologias. Pode-se inferir que o processo de inovação nos estados brasileiros está fortemente relacionado ao processo de formação de capital humano, da qualidade da infraestrutura e do investimento em ciência e tecnologia (Rodrigues, et al., 2021).

Em nível mundial, uma pesquisa de prospecção tecnológica de processos e equipamentos para reabilitação fisioterapêutica, compreendida entre 2006 e 2016, mostrou que a China e os Estados Unidos são os dois principais países de depositantes de tecnologias nesta área, destacando-se o Brasil na América do Sul como único país a possuir tecnologias protegidas nesta área no mesmo período (Silva et al, 2017). Revela-se que a realidade brasileira de produção tecnológica, mesmo que em crescimento, ainda assume um ritmo lento e desproporcional às suas capacidades, o qual sujeita o Brasil à 49ª classificação no Índice Global de

Inovação (IGI), publicado em 2023, liderando apenas na América Latina e Caribe (WIPO, 2023).

A reduzida participação das universidades no período pesquisado sugere investimentos reduzidos em tecnologias de saúde em todos os níveis de formação, o que abre espaço para pessoas físicas e empresas de fim comercial liderarem o setor. O fato observado espelha a realidade mundial e principalmente a brasileira, em que instituições de ensino públicas possuem fomento tecnológico limitado pelas verbas federais, pauta considerada pela Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes) acerca do limitado orçamento direcionada à educação em 2024, o qual certamente limita a o processamento de bolsas e projetos de produção e inovação científica no país (UTFPR, 2023).

De oliveira et al (2022) observou em estudo de revisão que a maioria da literatura que trata da transferência de tecnologia da universidade para a sociedade, enfatiza o governo nessa relação, mas em raros casos, outros constituintes do sistema de inovação, como empresas públicas, organizações não-governamentais e a própria sociedade. O referido estudo aponta também barreiras referente aos problemas de incentivos aos pesquisadores para atividades ligadas à inovação tecnológica, que envolve a percepção de grande parte da comunidade acadêmica de que o sistema de reconhecimento de carreiras priorizaria a publicação de artigos em detrimento de atividades tecnológicas.

Apesar dos esforços apresentados pelas instituições científicas, tecnológicas e de inovação, representados sobretudo por Universidades e Institutos Federais, ainda é necessário estimular e desenvolver uma maior parceria entre as estas instituições e as empresas, ampliando o sistema de Inovação ao mobilizar os sistemas produtivos e inovadores para o desenvolvimento social. Criar um ambiente de propriedade industrial mais diversificado, célere e seguro representa um passo importante para viabilizar uma interface entre as universidades, as empresas e a sociedade (Matos, et al., 2019).

Em estudo sobre motivações e barreiras ao processo de patentear no Brasil, Dilascio, Diniz e Mendonça (2023) apontam que, em relação à motivação, o benefício à sociedade por meio de novos produtos ou técnicas advindas das patentes, melhorando a qualidade de vida da população, foi um dos fatores motivacionais indicados como relevantes na pesquisa. A obtenção de recursos financeiros para a pesquisa, como bolsas para alunos, melhorias em laboratórios, equipamentos e insumos, dentre outros, associados à obtenção de benefícios pessoais, como melhoria na reputação do pesquisador e reconhecimento acadêmico, também foram considerados fatores relevantes.

As áreas de aplicação dos registros com maior frequência foram relacionadas à Aplicação geral, pouca especificidade dos produtos; de Traumatismo-Ortopedia, área tradicional da fisioterapia; de Tecnologia Assistiva, área de crescimento recente. A diminuta parcela de registros dedicados a áreas mais específicas da Fisioterapia, como a saúde do idoso (1%), da mulher (2%) e da criança (1%), delineia a carência de interesse e produção científica direcionada a tais grupos, buscando-se explorar áreas mais gerais e de aplicação vasta em comparação a grupos etários ou de gênero restritos.

A grande incidência de registros codificados como “dispositivos de massagem” pode significar a concentração na produção de tecnologias de baixa complexidade, devido a possíveis fatores como restrições de investimentos na área. Essa avaliação também pode ser verificada pela baixa verificação de registros

com códigos relacionados à processamento de dados de saúde, incluindo produtos com aplicação no suporte e gerenciamento digital dos serviços.

Também é preciso frisar a ocorrência de inadequações e incoerências no sistema de atribuição da codificação em relação à destinação do produto na prática da Fisioterapia ou de reabilitação, verificando-se registros de patentes de aplicações diversas como de aparelhos respiratórios e de cinesioterapia, codificados como “dispositivos de massagem”.

A classificação dos produtos registrados com base na descrição no resumo dos depósitos, forneceu um resultado em parte diverso do observado na classificação pelos códigos IPC, sendo maior a incidência referente a aparelhos para cinesioterapia, seguida pelos dispositivos de massagem que ainda apresentam grande presença. É válido ressaltar também a quantidade expressiva de registros de dispositivos de auxílio da locomoção e de aparelhos de ultrassom.

Os profissionais da reabilitação, por meio do uso de diferentes tecnologias podem alcançar um melhor aproveitamento das intervenções propostas para os usuários. Dessa forma, a tecnologia pode proporcionar melhor controle da intensidade, dosagem e consistência e resultados dos exercícios, fatores que não podem ser alcançados se a tecnologia não atingir a real eficácia necessária para garantir qualidade e segurança do cuidado (Luvizutto; De Souza, 2022; Stein; Gelbcke, 2023).

Mesmo em menor número é importante destacar a presença de registros de produtos que exigem maior complexidade tecnológica como exoesqueletos e dispositivos de robótica, ainda que uma parcela considerável destes seja proveniente de depositantes estrangeiros. Podemos destacar registros nacionais como exemplo de complexidade tecnológica, como um sistema exoesquelético multieixos de reabilitação funcional e postural assistido por servomotores e transdutores lineares (Maki; Fortulan; Purquerio, 2024); e uma estrutura robótica aplicada para reabilitação do membro superior (Gonçalves; Alves; D'carvalho, 2020).

A maioria dos registros associados à mobilidade e locomoção analisados no estudo apresentam tecnologia convencional e sem componentes digitais, como andadores, órteses passivas e aparelhos de transferência de pacientes. Um exemplo é o registro de um andador adaptado para superar obstáculos, que consiste em dispositivo de auxílio da locomoção de pessoas com limitações físicas, com foco principal na subida e descida de escadas (Pinzon et al., 2021).

Segundo o Relatório de Tendências Tecnológicas 2021 da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), as tecnologias de mobilidade emergentes vêm se beneficiando do uso de sensores avançados, inteligência artificial e outras tecnologias facilitadoras, evoluindo para se tornarem inteligentes, intuitivas e mais confiáveis. Dentre as tecnologias relacionadas no relatório temos neuropróteses avançadas, auxiliares avançados de marcha, cadeiras de rodas avançadas e exoesqueletos (WIPO, 2021).

Dada a complexidade dos sistemas de robótica aplicados à reabilitação e devido a requisitos de segurança do paciente, existem muitos desafios de design ainda não resolvidos ou a melhorar. Alguns exemplos são as dimensões e portabilidade do sistema robótico de reabilitação, o controle deste sistema para aumentar a eficiência, a segurança e conforto do usuário (Pană; Popescu; Rădulescu, 2023).

O baixo desempenho em registros de tecnologias baseadas em sistemas complexos como robótica e exoesqueletos no Brasil pode ser explicado pela

necessidade de importação de dispositivos robóticos utilizados em tais produtos, elevando custos e investimentos na produção dessas estruturas. A morosidade na apreciação dos depósitos de patente pelo INPI, os custos associados e a redução, desde 2015, dos investimentos em ciência, tecnologia, desenvolvimento e inovação, também, constituem fatores que podem desestimular a proteção legal das invenções no país. Criam-se, assim, obstáculos para a evolução tecnológica e ao desenvolvimento econômico-social do país (Barreto Netto, et al., 2023).

Percebe-se pela análise dos resultados do presente estudo a complexidade do panorama de produção e inovação tecnológica em saúde no Brasil, especificamente na área de Fisioterapia. Para que os sistemas de inovação sejam eficientes e atendam os propósitos de potencializar regiões e fomentar o processo de inovação, é necessária a participação de diversos setores que, por meio da união de competências e de conhecimento, possam desenvolver projetos inovadores na busca de maior competitividade econômica e benefícios para a sociedade (Sirtulli; Zanella, 2024).

Em relação às tecnologias médicas, incluindo aquelas direcionadas à Fisioterapia, é necessário considerar os aspectos e determinantes tecnológicos e sociais, de modo a possibilitar uma visão sistêmica do processo e das políticas de inovação do país. Deste modo, a integração de diferentes setores da economia se faz necessária, especialmente no caso do Brasil, a fim de alinhar as demandas atuais da sociedade com as possibilidades de inovações na área da saúde (Goes; Munhoz; Akkari, 2023).

As informações obtidas no estudo sugerem a necessidade de se avaliar o impacto dos meios complementares de divulgação do conhecimento gerado no processo de inovação e consequente obtenção de patentes. É importante salientar que o uso e acesso a essas ferramentas, demanda por políticas de gestão que favoreçam a disseminação do conhecimento gerado nos espaços de pesquisas, para que haja cada vez mais a promoção e disseminação da inovação tecnológica na sociedade (Vasconcelos; Lima; Dos Santos, 2023).

Algumas limitações verificadas no estudo dizem respeito ao mecanismo de busca adotado baseado nos códigos IPC que, apesar de representar uma classificação utilizada internacionalmente, no caso da base de patentes nacional usada no estudo, apresenta diversas inconsistências de registros, podendo levar a perda de achados e erros de classificação, o que pode ser verificado pelo grande número de registros excluído do estudo por incoerência temática. Apesar de exigir uma análise minuciosa dos registros incluídos no estudo, a busca por códigos ainda se mostrou mais abrangente e completa do que a busca por palavras-chave.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado apontou dentre outros achados, que a produção e registro de tecnologias na área de Fisioterapia no cenário nacional é fortemente composta de depositários estrangeiros, e a participação nacional ainda é intensamente polarizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, o que evidencia a necessidade de investimentos e incentivos à inovação tecnológica nas regiões Norte e Nordeste do país, em relação à área de estudo abordada. A evolução temporal dos registros apresentou forte crescimento até 2019, a partir de quando se observou uma intensa queda nos registros que ainda não apresentou recuperação, fato provavelmente influenciado pelo período de pandemia, demonstrando a necessidade de incremento nas políticas de incentivo à pesquisa e produção de

tecnologias, sobretudo nas universidades. Os depósitos de patentes analisados, referem-se, em grande parte, a produtos de aplicação geral em Fisioterapia e reabilitação, demonstrando pouca especificidade aplicativa dos projetos. Em relação aos tipos de tecnologias utilizadas, ocorre predominância de produtos de baixa complexidade tecnológica, com pequena presença de recursos digitais e eletrônicos apesar da ocorrência, ainda que escassa de patentes como exoesqueletos e dispositivos com uso de robótica, o que pode ser devido às dificuldades e limitações encontradas em projetos envolvendo sistemas complexos na realidade nacional. Espera-se que o estudo seja útil ao contribuir para a compreensão do panorama de produção e divulgação de registros tecnológicos em Fisioterapia no Brasil, assim como instigar a realização de estudos mais profundos sobre tecnologias na reabilitação.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. C. R.; et al. Tecnologias atuais na área de fisioterapia e reabilitação: revisão sistemática de embasamento para projeto de um produto educacional. II Simpósio de Ensino em Saúde na Amazônia, Belém, 2023.

BARRETO NETTO, J.; DOS SANTOS, J. W.; REZENDE, C. M. F. et al. Prospecção tecnológica sobre exoesqueleto robótico de assistência à locomoção humana. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 56, p.112- 127, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15447>. Acesso em: 08 Set. 2025

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Plano Nacional de Tecnologia Assistiva - PNTA. Brasília: Diário Oficial da União, set. 2021. Disponível em <<https://www.gov.br/participamaisbrasil/pnta>>. Acesso em: 25 fev 2024.

CARVALHO DE SIQUEIRA, G. et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, jul./set., 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14128>>. Acesso em: 27 ago. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL (COFFITO). RESOLUÇÃO Nº 482 - Fixa e estabelece o Referencial Nacional de Procedimentos Fisioterapêuticos e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, abr. 2017. Disponível em: <<https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=6857>>. Acesso em: 26 fev 2024.

CNN BRASIL. Sul e Sudeste têm os estados mais inovadores do país, mostra ranking [site]. 2021. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/sul-e-sudeste-tem-os-estados-mais-inovadores-do-pais-mostra-ranking/>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

DE OLIVEIRA, H.C. et al. Barreiras à transferência de tecnologia da universidade para a sociedade. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 18, n. 54, p.89-105, out./dez., 2022. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14981>>.

DILASCIO, M.B.; DINIZ, D. M.; MENDONÇA, F. M. Motivações e barreiras do processo de patentear no Brasil: percepções dos pesquisadores de quatro universidades federais mineiras. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 56, p.166-182, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15248>. Acesso em: 09 Set. 2025

FLORÊNCIO, M. N. S.; ABUD, A. K. S.; COSTA, B. M. G.; OLIVEIRA JR, A. M. Análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 1-27, e448974362, 2020.

GOES, A.B.B.; MUNHOZ, I.P.; AKKARI, A.C.S. Impacto da indústria 4.0 na geração de inovação em tecnologias médicas: uma abordagem patentária. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 16, n. 45, p. 36-55, out./dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/11551>. Acesso em: 09 Set. 2025.

GONÇALVES, R. S.; ALVES, T.; D'CARVALHO, CHAVES, M. Estrutura robótica aplicada para reabilitação do membro superior. Titular: Universidade Federal de Uberlândia. BR 10 2018 074164 0. Depósito: 23 nov. 2018. Publicação: 02 jun. 2020. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>>. Acesso em: 16 mar. 2024.

IMAMURA, M. Tecnologia assistiva e deficiência: avaliação clínica e resultados funcionais. São Paulo: Acta Fisiátrica, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/view/165645>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Acesso à Informação - Institucional. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpi/pt-br/acesso-a-informacao/institucional>>. Acesso em: 25 ago. 2025.

LUVIZUTTO, G. J.; DE SOUZA, L. A. S. Reabilitação Neurofuncional: Teoria e Prática. Thieme Revinter, 2022.

MAKI, L. H.; FORTULAN, C. A.; PURQUERIO, B. M. Sistema exoesquelético multieixos de reabilitação funcional e postural. Titular: Universidade de São Paulo – USP. BR 10 2017 012651 0. Depósito: 13 jun. 2017. Concessão: 20 fev. 2024. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>>. Acesso em: 16 mar. 2024.

MATOS, D. V. et al. Análise patentária: uma avaliação sobre as instituições científicas, tecnológicas e de inovação do Estado de Sergipe. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 15, n. 37, p. 89-103, jul/set. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/7922>>. Acesso em 07 Set. 2025.

MÉNDEZ-MORALES, A.; OCHOA-URREGO, R.; RANDHIR, T. O. Measuring the quality of patents among Latin-American universities. Studies in Higher Education, v. 47, n. 11, p. 2174-2189, 2022.

NOVAES, H. M. D.; DE SOÁREZ, P. C. A Avaliação das Tecnologias em Saúde: origem, desenvolvimento e desafios atuais. Panorama internacional e Brasil. Cad. Saúde Pública. 2020; v. 36. N. 9, p. e00006820. doi: 10.1590/0102-311X00006820

PANĂ C. F.; POPESCU, D.; RĂDULESCU, V. M. Revisão de patentes de sistemas robóticos de reabilitação de membros inferiores por meio de sensores e sistemas de atuação utilizados. Sensores. 2023; 23(13):6237. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/s23136237>>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PINZON, C.; POSSER, V. C.; BOSCARDIN, G.; BRESCOVITE, W. D. andador para superar obstáculos. Depositante: Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. BR 10 2020 000288 0. Depósito: 07 jan. 2020. Publicação: 13 jul. 2021. Disponível em: <<https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>>. Acesso em: 16 mar. 2024.

RODRIGUES, W. et al. Fatores que influenciam a inovação tecnológica nos estados brasileiros: uma abordagem em 2020. *Rev. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 17, n. 49, p.89-101, out./dez., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14496> . Acesso em: 10 Set. 2025.

ROSA, S. E. da; STRIEDER, R. B. Perspectivas para a constituição de uma cultura de participação em temas sociais da ciência-tecnologia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, RBPEC21, e29619-1-21, 2021, Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u831857> Acesso em: 07 Set. 2025.

SILVA, M. L. da; et al. Prospecção tecnológica de processos e equipamentos para reabilitação fisioterapêutica. *Cadernos de Prospecção*, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 541, 2017. DOI: 10.9771/cp.v10i3.23023. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/23023>>. Acesso em: 13 mar. 2024

SIRTULLI, Raquel; ZANELLA, Cleunice. Análise do grau de interação dos atores do ecossistema de inovação em projetos desenvolvidos em uma universidade comunitária catarinense. *Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 20, n. 62, p. 197-218, out./dez., 2024. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16545>

STEIN, M.; COSTA, R.; GELBCKE, F. Enfermagem e design na criação de produtos para a saúde: aproximando áreas e resolvendo problemas. *Texto & Contexto-Enfermagem*, v. 32, p. e20220160, 2023.

TOMASSINI, C.; SOARES, M.; VARGAS, M. Priorização das necessidades do sistema público de saúde e produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil. *Revista Iberoamericana de Ciencia*, (CTS), n. 40, v. 14, p. 135-165, 2019.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). Nota Andifes: orçamento das universidades federais em 2024 [site]. 2024. Disponível em <<https://www.utfpr.edu.br/noticias/geral/nota-andifes-orcamento-das-universidades-federais-em-2024>>. Acesso em 20 mar. 2024.

VARELA, R. C. B.; OLIVER, F. C. A utilização da Tecnologia Assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, jun. 2013. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/csc/a/HwhN5LLdLLY4xy4LLpkY3w/#>>.

VASCONCELOS, E. C. L. M. et al. Implementação da Fisioterapia mediada por tecnologias digitais no Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto em tempos de pandemia da COVID-19. *Revista Qualidade HC*, 2021. Disponível em <<https://www.hcrp.usp.br/revistaqualidade/uploads/Artigos/425/425.pdf>>.

VASCONCELOS, J. R.; LIMA, F. V. R.; DOS SANTOS, J. A. B. Mecanismos de divulgação de patentes: uma revisão sistemática da literatura. *Rev. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 19, n. 57, p. 286-306, jul./set., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16323>. Acesso em: 27 ago. 2025.

ANEXO F - Artigo publicado referente ao estudo com grupos de pesquisa

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19362673>



REBENA
Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem

ISSN 2764-1368
Volume 15, 2026, p. 79 - 93
<https://rebena.emnuvens.com.br/revista/index>

Estudo de inovação tecnológica na área de fisioterapia e reabilitação por grupos de pesquisa no Brasil

Study of technological innovation in the area of physical therapy and rehabilitation by research groups in Brazil

Júlio Cesar da Rocha Alves¹ Luciana da Silva Alves² Isabela Contente Pereira³
Aline Batista dos Santos⁴ Valéria Marques Ferreira Normando⁵

Submetido: 28/12/2025 Aprovado: 24/03/2026 Publicação: 31/03/2026

RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar a produção de inovação tecnológica na área de fisioterapia e reabilitação por grupos de pesquisa no Brasil. Consistiu em um estudo exploratório descritivo que buscou informações sobre grupos de pesquisa em tecnologia na área de Fisioterapia e reabilitação, cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) da Plataforma Lattes/CNPq. Foram analisados grupos com linhas de pesquisa relacionadas ao tema do estudo, excluindo-se impertinentes e duplicados. Foram incluídos inicialmente 72 grupos, sendo que 17 representantes responderam ao questionário da pesquisa, aplicado via Google Forms. Os dados foram analisados com estatística descritiva. As principais áreas de aplicação são Tecnologia Assistiva e Neurofuncional. A maioria usa modelos metodológicos e tem projetos ligados ao ensino em saúde, sendo as metodologias predominantes a aprendizagem baseada em problemas e em projetos. O financiamento é principalmente público, e as principais dificuldades são recursos financeiros, construção de protótipos e registro do produto. Sistemas de avaliação e diagnóstico são a principal tecnologia abordada, mas o nível médio de complexidade indica resistência dos cursos de graduação à incorporação digital. O estudo analisou com sucesso a inovação tecnológica em fisioterapia e reabilitação no Brasil, revelando como grupos de pesquisa abordam recursos reabilitativos. Embora a amostra tenha sido limitada, os dados podem apoiar futuros estudos e atividades em ensino, pesquisa e inovação, ajudando no desenvolvimento de produtos educacionais e de projetos de pesquisa.

Palavras-chave: Tecnologia educacional. Fisioterapia. Ensino superior

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the production of technological innovation in the area of physical therapy and rehabilitation by research groups in Brazil. It consisted of a descriptive exploratory study that sought information on technology research groups in the area of Physical Therapy and Rehabilitation, registered in the Directory of Research Groups (DGP) of the Lattes/CNPq Platform. Groups with lines of research related to the theme of the study were analyzed, excluding impertinent and duplicate ones. Initially, 72 groups were included, and 17 representatives answered the survey questionnaire, applied via Google Forms. The data were analyzed with descriptive statistics. The main areas of application are Assistive and Neurofunctional Technology. Most use methodological models and have projects related to health education, with the predominant methodologies being problem-based and project-based learning. Funding is mostly public, and the main difficulties are financial resources, prototype construction, and product registration. Evaluation and diagnostic systems are the main technology addressed, but the average level of complexity indicates resistance of undergraduate courses to digital incorporation. The study successfully analyzed technological innovation in physiotherapy and rehabilitation in Brazil, revealing how research groups approach rehabilitative resources. Although the sample was limited, the data can support future studies and activities in teaching, research and innovation, helping in the development of educational products and research projects.

Keywords: Educational technology. Medical rehabilitation. Higher education

¹ Mestre em Ensino em Saúde na Amazônia. Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil. rocha_alvesjc@hotmail.com.

² Acadêmica de Graduação em Fisioterapia. Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil. fisioLucianaalves@gmail.com.

³ Acadêmica de Graduação em Fisioterapia. Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil. isa.contente6@gmail.com.

⁴ Fisioterapeuta, Residente em Traumatologia-ortopedia. Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil. alinebdsnts@gmail.com.

⁵ Doutora em Neurociências e Biologia Celular. Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil. valerianormando@uepa.br.

1. Introdução

A Fisioterapia é uma ciência da saúde dedicada a estudar, prevenir e tratar problemas que afetam a movimentação e a funcionalidade dos órgãos e sistemas do corpo humano. Utiliza conhecimentos de diversas áreas, como biologia, fisiologia, patologia, biomecânica e cinesiologia para promover a saúde e a qualidade de vida dos pacientes. Diante disso, os profissionais contam com inovações tecnológicas como aliados no atendimento, seja para incentivar atividades ou para realizar atendimentos via telessaúde quando necessário (Brasil. CREFITO-12, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19, foi necessário desenvolver novas formas de atendimento, especialmente na Fisioterapia, como a telessaúde que engloba a prestação de serviços de atenção à saúde em seus diferentes níveis (primário, secundário e terciário) de maneira remota, com o apoio de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Ruaro et al., 2021). Pesquisas demonstraram que a telereabilitação pode ser tão eficaz, quanto os métodos tradicionais de reabilitação para reduzir a dor e melhorar a função física em condições musculoesqueléticas (Seron et al., 2021).

A oferta de novas tecnologias em saúde envolve, em primeiro lugar, bases de conhecimento que são interdisciplinares e que exigem a interação entre atores individuais e coletivos, com formações disciplinares diversas. As universidades e os centros de pesquisa constituem um elo fundamental do sistema de inovação biotecnológica nacional. Apesar de não se dedicarem à produção e oferta direta de produtos e serviços, possuem um papel central nas atividades de pesquisa científica e capacitação de recursos humanos (Gadelha, Vargas, Alves, 2019).

Tecnologias contemporâneas, como os aplicativos de saúde móvel (mHealth), apresentam potencial para auxiliar o autogerenciamento das condições de saúde pelos pacientes com informações educativas, lembretes de medicação, rastreadores de sintomas e apoio para melhorar a adesão ao tratamento, dentre outros recursos (Dantas et al., 2021). Atualmente há diversas modalidades tecnológicas de reabilitação que incluem sistemas de exercícios supervisionados e não supervisionados, utilizando a Realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR), gamificação e telereabilitação. Efeitos benéficos têm sido relatados em vários campos de incapacidades, por exemplo, na escoliose idiopática e na reabilitação de acidente vascular cerebral (Berton et al., 2020).

O Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (DGP) é um inventário da Plataforma Lattes dos grupos de pesquisa localizados em Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) em atividade no país. Coordenado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o DGP integra a Plataforma Lattes e reúne informações

detalhadas, como a composição dos grupos, as linhas de pesquisa e os setores de atividade envolvidos, as especialidades do conhecimento, a produção científica e tecnológica, além dos padrões de interação com o setor produtivo (Brasil, 2023a).

Segundo o Painel do DGP, atualmente existem 42.852 grupos de pesquisa cadastrados no CNPq, dos quais 6.314 (14.7%) pertencem à grande área de Ciências da Saúde. Os grupos de pesquisa nas áreas de Fisioterapia e Terapia Ocupacional apresentaram um salto numérico de 46 grupos no ano 2000, início da série histórica para 486 em 2023 (Brasil. CNPq, 2024).

Com isso, o presente estudo procura analisar o perfil dos grupos de pesquisa que atuam na área de tecnologia aplicada à Fisioterapia e reabilitação no Brasil, mapeando e analisando esses grupos para destacar suas características de atuação no contexto de inovação tecnológica. Espera-se contribuir para a inovação tecnológica na área de Fisioterapia e reabilitação e ampliar o conhecimento nesta área, fornecendo bases para o desenvolvimento de produtos educacionais e técnicos voltados a projetos e atividades de ensino, pesquisa e inovação tecnológica.

2. Metodologia

A pesquisa consistiu em um estudo exploratório descritivo, no qual, segundo Lyra, Souza e Costa (2019), o pesquisador busca estabelecer um primeiro contato com o tema, visando uma maior familiaridade com um fato ou fenômeno, sem interferir com os mesmos. O estudo buscou informações de grupos de pesquisa em tecnologia na área de Fisioterapia e reabilitação no Brasil, cadastrados no CNPq. A busca por grupos foi feita no Diretório dos Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes, por meio da Consulta Parametrizada. Foram utilizados os termos “Tecnologia” AND “Fisioterapia”, “Tecnologia” AND “Reabilitação”.

A partir dos resultados da busca, foram analisadas as informações dos grupos e selecionados aqueles com linhas de pesquisa relacionadas ao tema da pesquisa, sendo excluídos os grupos sem pertinência temática ou com retornos duplicados. As informações coletadas diretamente na página/diretório dos grupos incluído no estudo foram: nome do grupo, instituição vinculada, data de criação, líder e/ou vice-líder do grupo, área predominante e específica, linhas de pesquisa, região e estado de localização, e contato do grupo.

Em seguida, os representantes dos grupos foram contactados via e-mail, com o objetivo de obter e analisar características específicas dos projetos desenvolvidos. Foi elaborado para o estudo um questionário com questões abertas e fechadas, a fim de fornecer oportunidade de relatos sobre situações específicas (Questionário de Produção Tecnológica em Saúde), composto de 13 itens. O questionário foi aplicado por meio da plataforma digital Google Forms e enviado na forma de link eletrônico aos participantes por e-mail e/ou rede social.

Foram coletadas informações referentes às áreas de aplicação dos projetos; referências

conceituais e metodológicas; complexidade tecnológica dos projetos; composição das equipes; competências e habilidades exigidas ou valorizadas; processos de desenvolvimento adotados; produtos principais gerados; modos de interação com atividades de ensino e pesquisa; limitações e dificuldades.

A identificação dos participantes e das instituições foi codificada por números e letras respectivamente. A análise dos dados se deu por meio do software Microsoft Office Excel® e BioEstat 5.0, sendo expressos por frequências simples e percentuais e representados em tabelas e gráficos. Para análise da distribuição dos dados foi utilizado o Teste G de aderência, sendo adotado nível de significância de $p < 0,05$.

O projeto da pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e aprovado com parecer nº 5.956.698, como parte do projeto de doutorado intitulado “Desenvolvimento de uma aplicação digital para projetos de tecnologia na área de Fisioterapia”, do Programa de Doutorado Ensino em Saúde na Amazônia (PPG-ESA/UEPA). Recebeu financiamento por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Edital nº 26/2023 – UEPA.

3. Resultados

Foram obtidos 72 resultados na consulta parametrizada de grupos de pesquisa brasileiros na área de tecnologia em Fisioterapia e reabilitação, sendo que 8 resultados foram excluídos por retorno duplicado ou por pertinência temática, resultando em 64 grupos incluídos na amostra do estudo. A maioria (90,6%) dos grupos foi criada em 2023, ao passo que 4 (6,2%) foram registrados em 2024 e apenas 2 em 2022 (3,1%). Em relação ao tipo de instituição de origem, identificou-se uma prevalência de instituições públicas, com 52 grupos (81,2%), enquanto as iniciativas privadas contabilizaram 12 (18,7%).

Em relação à região, 23 grupos (35,9%), são provenientes do Sudeste, seguido da região Sul, com 14 grupos (21,9%). As regiões Nordeste e Centro-Oeste se assemelham na distribuição com, respectivamente, 12 (18,8%) e 11 (17,2%) grupos. Por último, temos a região Norte, com apenas 4 (6,3%) dos grupos. Quanto aos estados brasileiros, São Paulo apresentou maior porcentagem, com 13 grupos (20,30%). Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina também apresentaram resultados significativos, com 15,6%, 10,9% e 9,3%, respectivamente. O estado de Minas Gerais, assim como o Distrito Federal, contabilizou 5 grupos (7,8%). Todos os demais estados juntos contabilizam os 27,7% restantes com distribuição similar.

Nas áreas predominantes, as Ciências da Saúde assumiram grande destaque, com 43 grupos (67,1%). Em seguida, a área de Engenharia apresentou 8 grupos (12,5%) e a de Ciências Exatas e da Terra, 5 grupos (7,8%). As três áreas restantes, de Ciências Sociais Aplicadas,

Humanas e Biológicas, contabilizaram juntas 8 grupos (12,3%). Dados gerais dos grupos na tabela 1.

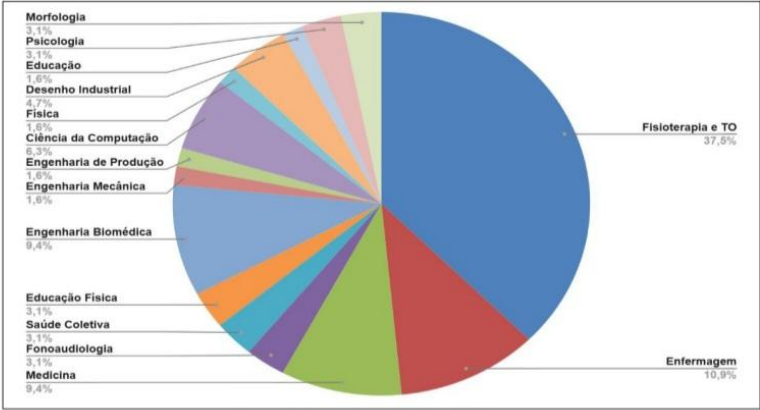
Tabela 1: Características básicas dos grupos de pesquisa

Tipo de instituição de origem		
	N	%
Pública	52	81,25
Privada	12	18,75
p< 0.0001		
Região brasileira		
	N	%
Sudeste	23	35,90
Sul	14	21,90
Nordeste	12	18,80
Centro-Oeste	11	17,20
Norte	4	6,30
p= 0.0011		
Área predominante		
	N	%
Ciências da Saúde	43	67,19
Engenharias	8	12,5
Ciências Exatas e da Terra	5	7,81
Ciências Sociais Aplicadas	3	4,69
Ciências Humanas	3	4,69
Ciências Biológicas	2	3,13
p< 0.0001		
Total	64	100

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sobre as áreas específicas dos grupos, a de Fisioterapia e Terapia Ocupacional apresentou grande relevância, totalizando 24 grupos (37,5%), seguida pelas áreas de Enfermagem (10,9%), Medicina (9,4%) e Engenharia Biomédica (9,4%). As demais áreas específicas totalizaram 21 grupos, cujas categorias não ultrapassaram 4 representantes (figura 1).

Figura 1: Percentual das áreas específicas dos grupos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Dentre os 72 grupos, 17 representantes responderam ao questionário de pesquisa de produção tecnológica. Em relação às principais áreas de atuação, cada grupo teve a possibilidade de marcar mais de uma categoria, o que totalizou 28 respostas. Dentre elas, destacaram-se as áreas de Tecnologia Assistiva, com 7 grupos (25%), e de Neurofuncional, com 6 respostas (21,43%). Além disso, as áreas de Respiratória, Saúde do Idoso e Saúde da Criança também contabilizaram resultados significativos, com 2 respostas cada uma (7,14%), conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Distribuição das áreas de atuação dos grupos.

Principal área de atuação		
	N	%
Tecnologia Assistiva	7	25,00
Neurofuncional	6	21,43
Respiratória	2	7,14
Saúde da Criança	2	7,14
Saúde do Idoso	2	7,14
Traumato-Ortopedia	2	7,14
Ensino	2	7,14
Cardiovascular	1	3,57
Dermatofuncional	1	3,57
Outros	3	10,71
Total	28	100,00
p= 0,24		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Em relação ao tipo de tecnologia e produtos abordados no projeto (tabela 3), foram obtidas 45 respostas no total, devido à possibilidade de marcação múltipla. A maioria dos grupos respondeu que estava relacionado com Sistemas de Avaliação e Diagnóstico (26,67%), seguido da área de Robótica (11,1%). Os tipos de tecnologia relacionados ao Aparelho de Auxílio de Locomoção, Realidade Virtual e Aumentada, Tecnologia Educacional e Telessaúde também se destacaram, com 8,89% das respostas (tabela 3).

Tabela 3: Distribuição a respeito dos tipos de tecnologia e produtos.

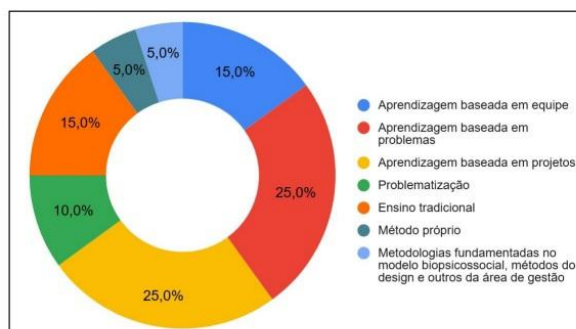
Tipos de tecnologias e produtos		
	N	%
Sistema de avaliação/diagnóstico	12	26,67
Dispositivos de robótica	5	11,11
Aparelho de auxílio da locomoção	4	8,89
Realidade virtual/aumentada	4	8,89
Tecnologia educacional	4	8,89
Telessaúde	4	8,89
Tecnologia móvel	3	6,67
Dispositivos ortopédicos	2	4,44
Dispositivo para Sistema Respiratório	2	4,44
Eletrotermofototerapia	2	4,44
Comunicação alternativa	1	2,22
Outros	2	4,44
Total	45	100,00
p= 0,064		

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Quanto à utilização de modelos metodológicos nos projetos, dentre as 17 respostas, 8 (47,1%) negaram a utilização de modelos, enquanto 9 (52,9%) confirmaram o usufruto deles. Dentre os modelos citados, destacam-se: CDIO, Design Thinking, PMBOK, Markov e Métodos Próprios. A respeito do nível de complexidade tecnológica, houve possibilidade de marcação múltipla, totalizando 20 respostas. O nível de complexidade média caracterizou-se como prevalente, com 9 respostas (45%). Em seguida, o nível baixo destaca-se com 6 (30%) e o nível alto com 5 (25%) respostas.

Sobre a relação dos projetos de desenvolvimento tecnológico com atividades de ensino em saúde, a maioria indicou haver relação, com 9 respostas (52,9%). Os 8 representantes restantes (47,1%) responderam que não estabelecem relação entre seus projetos e atividades de ensino em saúde. Analisando as metodologias e estratégias em atividades de ensino em saúde, pode-se observar que Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos, são as mais requisitadas, ambas com percentuais de 25% (figura 2).

Figura 2: Metodologias usadas em atividades de ensino em saúde.



Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Dentre as competências e habilidades exigidas nos grupos, segundo a pesquisa, as principais seriam a motivação/atitude (18,8%) e o trabalho em equipe, sendo o destaque entre as habilidades valorizadas, dominando com 24,6%. Quanto à fonte financiadora dos projetos, observou-se que a fonte pública apresenta maior incidência, com 8 grupos (47,1%), seguido do financiamento misto (público/privado), com 5 (29,4%) e próprio, com 3 grupos (17,6%). Dentre os grupos analisados, nenhum obteve fonte de financiamento unicamente privada.

Sobre as principais limitações e dificuldades no desenvolvimento dos projetos (figura 3), destacam-se os Recursos Financeiros, com 15 respostas (45,45%), bem como o Suporte Profissional, com 6 (18,19%) e a Infraestrutura Tecnológica, com 5 respostas (15,15%). Neste tópico do formulário, os representantes também puderam marcar mais de uma resposta,

totalizando 33.

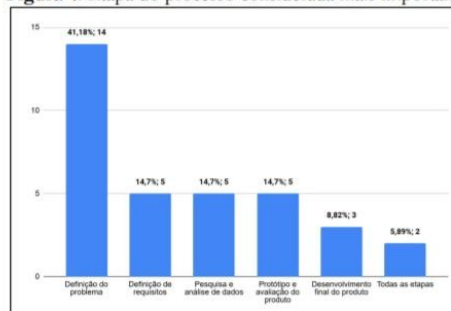
Figura 3: Limitações e dificuldades nos projetos



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Para os representantes, as ações e tarefas específicas que representam maior dificuldade são a Construção de Protótipos e o Registro do Produto, ambos com 7 respostas, que representam 41,17% do total, cada uma. Quanto à pergunta relacionada à etapa de projeto considerada mais importante dentre as 34 respostas obtidas, destaca-se a Definição do Problema (41,18%). Em seguida, são elencadas a Definição de Requisitos, Pesquisa e Análise de Dados, e Protótipo e Avaliação do Produto, com 14,7% cada (figura 4).

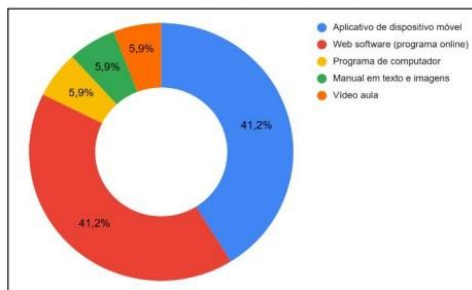
Figura 4: Etapa do processo considerada mais importante



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sobre os recursos educacionais que poderiam facilitar a organização de etapas e processos nos projetos (figura 5), os Aplicativos de Dispositivos Móveis e os Web Softwares (programas online) assumiram destaque, com 7 respostas cada um, representando 41,17%. Em seguida, os Programas de Computador, Manuais em Textos e Imagens, e as Vídeo Aula obtiveram 1 resposta, totalizando 5,89% por categoria.

Figura 5: Recursos educacionais facilitadores referidos



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

4. Discussão

A investigação acerca da produção de inovação tecnológica na área de Fisioterapia e reabilitação por grupos de pesquisa possibilitou visualizar, por meio da análise do perfil dos grupos de pesquisa e da autopercepção dos representantes incluídos no estudo, as características de suas atividades e, consequentemente, esboçar perspectivas nesse setor de tecnologia em saúde. A possibilidade de marcação múltipla em alguns itens do questionário permitiu que os pesquisadores expressassem a vastidão de sua atuação, tal como os espaços de resposta textual livre.

A avaliação dos resultados indica uma recente ascensão de grupos de pesquisa dedicados à área de tecnologia em Fisioterapia e reabilitação no Brasil, tendo em vista que todos os incluídos foram originados a partir de 2022. O referido salto na criação de grupos de pesquisa na área abordada pode ser, em parte, justificado pelo aumento na demanda de novas tecnologias durante e após a pandemia de COVID-19.

É inegável que a pandemia de COVID-19, a qual interrompeu drasticamente as atividades acadêmicas no ano de 2020, influenciou a crescente participação de grupos de pesquisa voltados a uma profissão que recebeu grande visibilidade e valorização em meio ao caos pandêmico: a fisioterapia. O profissional fisioterapeuta foi crucial no ambiente hospitalar durante a pandemia do coronavírus, tendo sua atuação solicitada tanto nas fases iniciais da doença quanto nos estágios mais graves (Paz et al., 2021).

No ápice da pandemia, a assistência ao paciente hospitalizado com COVID-19, doença de acometimento multissistêmico e principalmente respiratório, requereu intervenções fisioterapêuticas intensivas e indispensáveis para o manejo vital. Nesse sentido, a crise evidenciou uma necessidade de padronizar o tratamento fisioterapêutico respiratório para essa classe de pacientes, demandando aparatos de pesquisa ainda inexistentes (Dias et al., 2022).

É válido ressaltar que, em 2023, ano de predominância dos perfis grupais analisados, entrou em vigor a portaria CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico) nº 1.550, estabelecendo valores reajustados das bolsas de Desenvolvimento Tecnológico (DTC) e Iniciação Tecnológica (ITC), destinadas à implementação de Programas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Tal incentivo fiscal pode ter sido o estopim que muitos membros precisavam para efetuar seus planos de pesquisa e desenvolvimento, a destacar na área de Ciências da Saúde (Brasil, 2023a).

Os resultados refletiram como os processos de produção de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil estão sujeitos às centralizações territorial e fiscal, vinculadas, respectivamente, ao protagonismo acadêmico das regiões Sul/Sudeste e ao incentivo econômico do Estado, destacando-se as instituições públicas de ensino e seus programas de pesquisa. Esses dois fatores tecem uma disparidade regional e financeira que configuram uma dinâmica de centro e periferia, impedindo um desenvolvimento tecnológico equânime no país (Coelho, Costa, 2023).

Segundo o censo científico de 2023, visualizado no painel do Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil, da plataforma Lattes, observa-se o mesmo fenômeno: São Paulo aglomerando o maior percentil grupal e as áreas de Ciências da Saúde e Biológicas se concentrando nas instituições públicas de ensino superior, de forma que Ciências da Saúde assuma a terceira maior posição entre áreas categorizadas pela plataforma (Brasil, 2023b).

A análise dos resultados referentes às áreas específicas de cada grupo revelou que o estudo da reabilitação se encontra protagonizado pela Fisioterapia e pela Terapia Ocupacional, ainda que outras áreas da saúde como a Enfermagem e a Biomedicina apresentem contribuições expressivas neste domínio. A Psicologia e a Fonoaudiologia também colaboram para a pesquisa em reabilitação, principalmente nas Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), em que a integração da equipe multidisciplinar é crucial para traçar o plano de cuidado mais adequado ao paciente crítico (Chagas et al., 2024).

Ainda que algumas áreas de atuação dos grupos assumam destaque estatístico (Tecnologia Assistiva, Neurofuncional, Respiratória, Saúde do Idoso e Saúde da Criança), a diversidade das categorias restantes aponta para uma expansão tecnológica em ramos específicos que escapam à centralização científica. Tal tendência solidifica as expectativas pós pandêmicas acerca das inovações no mercado tecnológico da saúde, em que a indústria sanitária não deixaria de expandir-se em prol da salubridade geral (USP, 2021).

A maioria das equipes analisadas utiliza modelos metodológicos que vêm sendo gradativamente agregados aos sistemas de gestão em saúde, em que abordagens centradas na inovação, na resolução de problemas e na probabilidade de eventos, como o Design Thinking e o modelo Markov, projetam-se como tendência no mercado. Um interessante método citado foi o guia técnico de práticas e diretrizes para projetos PMBOK (Project Management Body of Knowledge), incorporado à Metodologia de Gerenciamento de Projetos de TICs do Ministério

da Saúde (MGP-TTC) como referência institucional para elaboração de planos e programas em salubridade pública (Brasil/Ministério do Planejamento 2011).

O nível de complexidade das tecnologias exploradas pelos grupos foi majoritariamente médio, indicando como a densidade tecnológica dedicada à reabilitação se nivela com acessibilidade, ainda que sobre uma base de conhecimento científico biomédico. Tal nível de complexidade é comumente observado quando há interação de níveis de instrução distintos, como docentes e estudantes, os quais juntos totalizam aproximadamente 60% da composição grupal analisada. Isso reflete a inércia que muitos cursos de graduação brasileiros apresentam quanto à incorporação de recursos digitais na grade educacional, limitando a adesão e a evolução da cadeia tecnológica (Falcão, Mill, 2019).

Quanto à relação com as atividades de ensino, destacam-se metodologias ligadas a atividades em grupo, como a aprendizagem baseada em equipes (15%) ou problemas (25%). Destaca-se a aprendizagem baseada em projetos (25%), um dos expoentes metodológicos apontados pelos dados dos grupos, como um recurso educacional cuja didática orienta e promove reflexão, tornando a aprendizagem não apenas significativa, mas também transformadora (Barbosa, Matos, 2022).

Quando questionados acerca do tipo de tecnologia e produtos abordados em seus projetos, 26,67% das respostas se concentrou em Sistemas de Avaliação e Diagnóstico. Projetos nessa área estão sujeitos à Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS), processo contínuo que analisa os benefícios, consequências econômicas e sociais do uso de tecnologias, considerando segurança, eficácia, custos, equidade e impactos éticos, culturais e ambientais. Esse sistema, no Brasil, está fundamentalmente vinculado às atividades do Sistema Único de Saúde (SUS), alinhando-se com a fonte financiadora majoritária dos grupos ser de origem pública (Novaes, Soárez, 2020).

É válido afirmar que o Plano Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde (PNGTS) propõe articulações de implementação de disciplinas de ATS nas graduações em Ciências da Saúde. Esse apoio ao avanço do ensino e da pesquisa em gestão de tecnologias em saúde desde a graduação fortalece a estatística predominante dessa classe de estudantes na composição dos grupos de pesquisa participantes (Brasil. Ministério da Saúde, 2010).

Quanto às competências e habilidades consideradas mais importantes, motivação/atitude (18,8%) e trabalho em equipe (24,6%) formam a dupla de qualidades mais valorizada. A crescente complexidade das necessidades de saúde requer unidade e interdependência para a efetividade do trabalho interprofissional, em que práticas e negociações colaborativas se alinham em prol do objetivo comum de cada grupo de pesquisa, de forma que o trabalho em equipe e a autonomia determinam os desdobramentos das atividades realizadas (Peduzzi et al., 2020).

A definição do problema de pesquisa fundamenta todos os passos seguintes de qualquer projeto. Em concordância, esse foi o tópico elencado como mais importante pelos representantes grupais, com 41,1%. Por outro lado, as ações e tarefas específicas eleitas como mais difíceis foram a construção de protótipos e o registro de produtos, ambos com 41,1% das marcações, o que pode estar relacionado com a escassez de financiamento, a complexidade regulatória, a burocracia envolvida na submissão e a morosidade na análise dos pedidos (Dilascio, Diniz, Mendonça, 2023).

A questão financeira foi expoente (45,4%) entre as limitações dos grupos de pesquisa analisados, seguida pela carência de suporte profissional (18,1%) e infraestrutura tecnológica (15,1%). Todas essas dificuldades apontam para a insuficiência de verbas públicas e privadas para o setor, tendo em vista que nenhum dos pesquisadores apontou para uma fonte financiadora privada.

A falta de uma base produtiva sólida para o desenvolvimento de tecnologias e recursos reabilitativos, cujos investimentos atendam às demandas da população brasileira, cria vulnerabilidades na assistência à saúde. Entretanto, devido à ampliação do novo orçamento destinado à pesquisa em saúde pública, a realidade explicitada na pesquisa está sob expectativa de mudança (Brasil, 2024).

Em relação aos recursos educacionais que poderiam facilitar as ações e processos envolvidos nos projetos, os Aplicativos de Dispositivos Móveis e os Web Softwares foram indicados como mais adequados, destacando a importância dos recursos digitais como ferramentas educacionais e facilitadoras em projetos tecnológicos. A aplicação de tecnologias na educação possibilita uma interação mais eficiente entre alunos e professores, facilitando a troca de conhecimento. No contexto da formação profissional em Fisioterapia, a atualização com recursos digitais demonstra que a aprendizagem pode ser alcançada por meio de estratégias diversas (Biella et al., 2024).

Uma limitação do estudo diz respeito à pequena quantidade de representantes de grupos que responderam ao instrumento de coleta de dados, o que pode ser devido ao grande volume de trabalho demandado pelos projetos. Ainda assim a amostra obtida foi superior à esperada nas etapas de planejamento do estudo. Outra limitação se refere ao fato da busca ter sido focada na Fisioterapia, o que pode ter influenciado os resultados com predomínio desta área específica. Porém, desta forma foi possível verificar a contribuição de outras áreas da saúde e de tecnologia em pesquisas voltadas à reabilitação. A pesquisa ainda pede continuidade, ao passo que enfatiza a necessidade de se investigar, com magnitude maximizada, como a Fisioterapia e seus respectivos recursos reabilitativos têm sido abordados pelos grupos de pesquisa brasileiros.

5. Conclusões

O estudo analisou o perfil dos grupos de pesquisa que atuam na área de tecnologia aplicada à fisioterapia e reabilitação no Brasil, tendo sido mapeados e analisados metodologicamente, baseando-se no contexto atual de inovação tecnológica e em evidências epidemiológicas em saúde. Percebe-se que a instalação de grupos de pesquisa na área analisada é recente no Brasil, e a concentração regional dos grupos é uma realidade evidente.

Pôde-se investigar detalhadamente como a Fisioterapia e seus respectivos recursos tecnológicos têm sido abordados pelos grupos de pesquisa em saúde brasileiros. É notória a grande diversidade de áreas de concentração dos grupos e de aplicação dos projetos desenvolvidos, principalmente referentes à Tecnologia Assistiva e reabilitação Neurofuncional. Em relação aos produtos abordados, o estudo apontou um nível médio de complexidade dos projetos com foco principalmente em sistemas de avaliação e diagnóstico. A experiência dos grupos de pesquisa analisados revelou demandas de processos, com uso de diversas metodologias de projeto e de ensino como os métodos de aprendizagem em grupos.

Os dados coletados e interpretados são capazes de subsidiar futuros estudos e atividades nos âmbitos de ensino, pesquisa e inovação tecnológica, contribuindo para o desenvolvimento de produtos educacionais técnicos que otimizem tarefas de criação, organização e aprimoramento de projetos tecnológicos no Brasil. Por tratar-se de uma área de estudo recente, o desenvolvimento de tecnologias em reabilitação, especificamente em Fisioterapia, necessita de pesquisas abrangentes e aprofundadas, considerando as demandas científica e social desta área.

Referências

- BARBOSA, Carlos Henrique de Sousa; MATOS, Emanuelle Oliveira da Fonseca. Aprendizagem baseada em Projetos: a didática como orientadora da prática pedagógica. *Ensino em Perspectivas*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 1–11, 2022. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/8763>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- BERTON, Alessandra; LONGO, Umile Giuseppe; CANDELA, Vincenzo; et al. Virtual reality, augmented reality, gamification, and telerehabilitation: Psychological impact on orthopedic patients' rehabilitation. *Journal of clinical medicine*, v. 9, n. 8, p. 2567, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/8/2567>.
- BIELLA, Ana Flávia de Carvalho Lima.; REIS, Meillyne Alves dos; PEREIRA, Ana Claudia Souza; SOUZA, Ana Lúcia Rezende; VIELA, Daisy de Araújo; VIELA, Isadora Prado de Araújo; VIELA, Marina Prado de Araújo. Tecnologias de informação e comunicação: revolucionando o ensino e aprendizado da fisioterapia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2460–2468, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i8.15284. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/15284>. Acesso em: 13 dez. 2024.

BRASIL. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO). Resolução nº 516, de 20 de março de 2020. Brasília: Diário Oficial da União, 2020. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825>. Acesso em 19 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Plataforma Lattes. Painel DGP - Diretório de Grupos de Pesquisa. Brasília, Diário Oficial da União, 2023a. Disponível em <<https://lattes.cnpq.br/web/dgp/painel-dgp>>. Acesso em 24 jun. 2024.

BRASIL. Serviços e Informações do Brasil. Buscar e Cadastrar Grupos de Pesquisa na Plataforma Lattes (DGP)[online]. Portal gov.br, 2023b. Disponível em: [https://www.gov.br/pt-br/servicos/cadastrar-grupos-de-pesquisa-na-plataforma-lattes#:~:text=O%20Diret%C3%B3rio%20dos%20Grupos%20de,ICTs\)%20em%20atividade%20no%20pa%C3%ADs](https://www.gov.br/pt-br/servicos/cadastrar-grupos-de-pesquisa-na-plataforma-lattes#:~:text=O%20Diret%C3%B3rio%20dos%20Grupos%20de,ICTs)%20em%20atividade%20no%20pa%C3%ADs). Acesso em: 2 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. Resolução nº 569 de 8 de dezembro de 2017: Princípios Gerais para as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação da Área da Saúde. Brasília: Diário Oficial da União, 2017. Disponível em <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2017/Reso569.pdf>>. Acesso em 24 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Notícias. Em conferência da SBPC, ministra da Saúde anuncia investimento de R\$443 milhões em ações de fomento à pesquisa [online]. Gov.br: Saúde e Vigilância Sanitária. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/julho/em-conferencia-da-sbpc-ministra-da-saude-anuncia-investimento-de-r-443-milhoes-em-aco-es-de-fomento-a-pesquisa>. Acesso em: 20 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Política Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 48 p. – (Série B. Textos Básicos em Saúde) ISBN 978-85-334-1713-7. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_gestao_tecnologias_saude.pdf. Acesso em: 15 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Metodologia de Gerenciamento de Projetos do SISP / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Brasília: MP, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-governanca-digital/sisp/documentos/arquivos/mgp-sisp-versao-1-0.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

CHAGAS, Kamilla Victória Bastos Lima, et al. A importância da equipe multidisciplinar na reabilitação de pacientes críticos: avaliando a colaboração entre profissionais de saúde na reabilitação de pacientes de UTI. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, p. 174-183, 2024. Disponível em <<https://bjihis.emnuvens.com.br/bjihis/article/view/1195>>. Acesso em 19 jun. 2024.

COELHO, Gabriel Bandeira; COSTA, Éverton Garcia da. Centralização da produção de CT&I no Brasil: obstáculos ao desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Século XXI – Revista de Ciências Sociais, 13(1), p. 69–89, 2023. Disponível em <<https://doi.org/10.5902/2236672586447>>. Acesso em 19 jun. 2024.

DANTAS, Lucas Ogura; CARVALHO, Cristiano; SANTOS, Beatriz Laryssa de Jesus; FERREIRA, Cristine Homsy Jorge; BØ, Kari; DRIUSSO, Patrícia. Mobile health technologies for the management of urinary incontinence: A systematic review of online stores in Brazil. Revista Brasileira de Fisioterapia V. 25, Edição 4, julho a agosto de 2021, páginas 387-395

DIAS, Letícia Marcelino Sotelo, et al. Prática fisioterapêutica para pacientes hospitalizados com

COVID-19. J Bras Pneumol, 2022. Disponível em <<https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20220121>>. Acesso em 19 jun. 2024.

DILASCIO, Mirella de Barros; DINIZ, Daniela Martins; MENDONÇA, Fabrício Molica de. Motivações e barreiras do processo de patentear no Brasil: percepções dos pesquisadores de quatro universidades federais mineiras. Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 56, p.166-182, abr./jun., 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/15248>. Acesso em: 20 jul. 2024.

GADELHA, Carlos Augusto Graboys; VARGAS, Marco Antonio; ALVES, Nathalia Guimarães. Pesquisa translacional e sistemas de inovação na saúde: implicações para o segmento biofarmacêutico. Saúde Debate, Rio de Janeiro, v. 43, n. especial 2, p. 133-146, 2019.

FALCÃO, Patricia Mirella de Paulo; MILL, Daniel. O docente em formação e o docente formador: uma visão sobre a tecnologia digital na grade curricular. Atos de Pesquisa em Educação, [S. l.], v. 14, n. 2s1, p. 745–771, 2019. DOI: 10.7867/1809-0354.2019v14n2s1p745-771. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/7202>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LYRA, Clélia de Oliveira; SOUZA, Evânia Leiros de; COSTA, Nilma Dias Leão. Iniciando a pesquisa. In: SOUZA, , Evânia Leiros de, et al. Metodologia da pesquisa: aplicabilidade em trabalhos científicos na área da saúde. 2. ed. Natal: EDUFRRN, p. 196-203, 2019.

NOVAES, Hillegonda Maria Dutilh; SOÁREZ, Patricia Coelho de. A Avaliação das Tecnologias em Saúde: origem, desenvolvimento e desafios atuais. Panorama internacional e Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 36, n. 9, p. e00006820, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/6p3SzRQKCpcR678Btk5xVyQ/#ModalHowcite>. Acesso em: 15 jul. 2024.

PAZ, Luís Eduardo Santos. et al. COVID-19: a importância da fisioterapia na recuperação da saúde do trabalhador. Rev Bras Med Trab, 2021. DOI:10.47626/1679-4435-2021-709:94-106. Disponível em <<https://www.rbmt.org.br/details/1583/pt-BR/covid-19-a-importancia-da-fisioterapia-na-recuperacao-da-saude-do-trabalhador>>. Acesso em 19 jun. 2024.

PEDUZZI, Marina. et al. Trabalho em equipe: uma revisita ao conceito e a seus desdobramentos no trabalho interprofissional. Trabalho, Educação e Saúde, v. 18, p. e0024678, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/RLtz36Ng2sNLHknn6hLBQvr/#>. Acesso em: 20 jul. 2024.

RUARO, Marinéz Boeing; RUARO, João Afonso; PAULA, Daniel de. Prospecção de Tecnologias para Telereabilitação: inovação nos atendimentos fisioterapêuticos. Cadernos de Prospecção, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 161–177, 2022. DOI: 10.9771/cp.v15i1.45998. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/45998>. Acesso em: 17 jul. 2024.

SERON, Pamela. et al. Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapy: A Rapid Overview. Phys Ther. 2021; v. 101, n. 6: pzab053. doi: 10.1093/ptj/pzab053. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33561280/>. Acesso em 23 jun 2023.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Jornal da USP. Inovação no mercado tecnológico de saúde cresce e gera mudanças na área médica. 11 ago. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=444111>. Acesso em: 10 jul. 2024.