

Universidade Federal da Paraíba—UFPB
Centro de Ciências Médicas—CCM

David Cesarino de Sousa

Desenvolvimento de software e aplicativo para automatização da criação de estratégias de busca de evidências científicas

João Pessoa
2023

David Cesarino de Sousa

**Desenvolvimento de software e aplicativo para
automatização da criação de estratégias de busca de
evidências científicas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Médico pela UFPB.

Universidade Federal da Paraíba—UFPB
Centro de Ciências Médicas—CCM

Orientador: Prof. Dr. André Telis de Vilela Araújo

João Pessoa
2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S725d Sousa, David Cesarino de.

Desenvolvimento de software e aplicativo para
automatização da criação de estratégias de busca de
evidências científicas / David Cesarino de Sousa. -
João Pessoa, 2023.
75 f. : il.

Orientação: André Telis de Vilela Araújo.
TCC (Graduação) - UFPB/CCM.

1. Software. 2. Aplicativos Móveis. 3. Medical
Subject Headings. 4. Revisão Sistemática. I. Araújo,
André Telis de Vilela. II. Título.

UFPB/CCM

CDU 004.42(043.2)

David Cesarino de Sousa

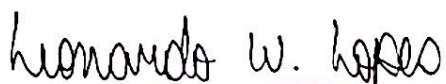
**Desenvolvimento de software e aplicativo para
automatização da criação de estratégias de busca de
evidências científicas**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para obtenção do título de
Médico pela UFPB.

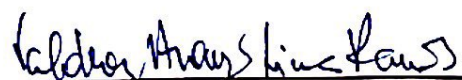
Trabalho aprovado. João Pessoa, 11 de Julho de 2023.



Prof. Dr. André Telis de Vilela Araújo
Orientador



Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes
Membro externo



Prof.ª Dr.ª Valderez Araújo de Lima Ramos
Membro externo

João Pessoa
2023

Este trabalho é uma contribuição para a medicina, que é talvez o maior, mais complexo, e mais relevante para a vida humana, conjunto de algoritmos naturais apenas parcialmente compreendidos. Também objetiva a criação de um software, ordenação matematicamente rigorosa de um conjunto de instruções perfeitamente reprodutíveis. Esses dois campos do conhecimento estão muito bem homenageados pela epígrafe.

Entretanto, é fora dessa razão objetiva e repetível, fundada em regras e probabilidades, que se encontra a maior grandeza, e por isso mesmo de limites inexplicáveis: a dedicação que só os pais podem nos dar. Em particular, dedico este trabalho primeiramente aos meus, *José Gilberto de Sousa* e *Valéria Cesarino de Souza*, pelo cuidado e suporte ilimitados a mim fornecidos em toda a vida.

Dedico também às minhas irmãs, *Flávia Cesarino de Sousa Benigno* e *Fernanda Cesarino de Sousa*, pelo apoio inestimável nos meus piores momentos; e à minha noiva, *Manuella Ramalho Leite*, pelo amor e companhia que nela encontro todos os dias.

Finalmente, à *Dra. Flávia Miranda Gomes de Constantino Bandeira*, por ter sido iluminada por Deus para me dar uma nova chance de vida.

Agradecimentos

Agradeço ao *Prof. Dr. André Telis de Vilela Araújo*, por reconhecer meu potencial durante a graduação, ter-me ofertado oportunidades, e pela sua orientação inestimável, todas condições sequenciais necessárias para o êxito deste projeto e, também, do meu desempenho acadêmico. Trata-se de professor e pessoa inestimável no meu sucesso e a quem serei sempre grato.

“Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic.”

Arthur C. Clarke
Profiles of the Future (1962)

Resumo

Introdução: A pesquisa científica incorpora, de forma crescente, ferramentas de apoio que permitam, ao pesquisador, encontrar os dados relevantes para a pergunta orientadora do estudo. No topo da hierarquia de evidências na área médica, estão as revisões sistemáticas, que possuem, como uma de suas etapas essenciais e determinantes para bons resultados, a definição de estratégia de busca adequada que irá recuperar os estudos relevantes para sua síntese. Não encontramos, até o momento, ferramenta móvel digital de automação que auxilie a execução dessa etapa. **Objetivos:** Elaboração de software voltado à automação da elaboração de estratégias de busca, com base no tesouro do MESH, para repositórios de estudos científicos na área médica. **Métodos:** Pesquisa aplicada para desenvolver nova ferramenta de eHealth e mHealth com alta tecnologia que facilite a elaboração e modificação de estratégias de busca de qualidade que consigam resultados com sensibilidade e precisão aprimoradas. **Resultados:** Elaborado o aplicativo móvel “ReQueSt”, multiplataforma, conforme normas de usabilidade, com acesso ao MESH e filtros pré-validados, cumprindo o objetivo. **Conclusão:** Etapas da confecção de revisões sistemáticas podem se beneficiar do uso de ferramentas digitais que permitam automatizar algumas tarefas do pesquisador. A elaboração de estratégias de busca pode ter suas elaboração e edição automatizadas por ferramentas digitais, com economia de tempo e ganho de sensibilidade e precisão nos resultados alcançados pelas buscas. O aplicativo “ReQueSt” possui limitações de funcionalidade que podem ser implementadas em atualizações futuras.

Palavras-chave: Software. Aplicativos Móveis. Medical Subject Headings. Revisão Sistemática.

Abstract

Introduction: Scientific research increasingly incorporates tools that allow the researcher to find relevant data for the scientific question proposed. At the top of the evidence hierarchy, there are systematic reviews that have, as one of their conditions for good results, the definition of an appropriate search strategy that will be used to retrieve the relevant studies for the synthesis. We have not found, so far, a mobile digital automation tool that helps in this step. **Objectives:** Development of software to automate the generation of search strategies, based on the MESH thesaurus, for repositories of scientific studies in the medical field. **Methods:** Applied research to develop a new high-tech eHealth and mHealth tool that facilitates the design and modification of high quality search strategies that achieve good results with improved sensitivity and precision. **Results:** The “ReQueSt” mobile application was created according to usability norms, it is cross-platform, it has access to MESH and it uses pre-validated filters, fulfilling the objective. **Conclusion:** It is possible to automate the construction and editing of search strategies using digital tools, saving time while gaining sensitivity and precision in the retrieved studies for the research. The “ReQueSt” application has limitations of functionality that can be implemented in future updates.

Keywords: Software. Mobile Applications. Medical Subject Headings. Systematic Review.

Lista de ilustrações

- Figura 1 – Tela inicial do aplicativo REQUEST. Botão de criar estratégia é mostrado de forma proeminente no canto inferior direito. À esquerda, a dica visual para adicionar nova estratégia de busca quando não há nenhuma ainda. No meio, captura de tela mostrando a lista de estratégias de busca quando o utilizador já criou pelo menos uma. Cada estratégia permite editar, além dos botões de excluir, duplicar e compartilhar a estratégia de busca. À direita, as opções de repositórios mostradas quando se deseja compartilhar uma expressão de estratégia de busca no formato específico de algum repositório de dados. 50
- Figura 2 – Tela de edição de estratégias de busca do aplicativo REQUEST. Botão de adicionar um item é mostrado de forma proeminente no canto inferior direito. À esquerda, mostrando a dica visual para adicionar novo item quando a estratégia de busca está vazia. À direita, captura de tela mostrando a lista de itens. Cada operando pode sofrer ação do operador unário *not* (caixa de seleção) e possui uma dica visual, em forma de círculo colorido, mostrando se ele é um descritor, um termo ou um filtro pré-montado. Cada operador possui funções de precedência, inversão de operandos e alternância de operadores. Há, também, botão de editar identificação no canto superior direito. 51
- Figura 3 – Aplicativo REQUEST. Painel flutuante de edição da identificação da estratégia de busca, ativado por botão no canto superior direito da tela de edição. 52
- Figura 4 – Aplicativo REQUEST. Ao adicionar novo item, o aplicativo pergunta se deseja adicionar ou um item normal do MESH ou um filtro pré-montado (à esquerda). Caso seja selecionada a opção de item normal, um painel de consulta da base MESH é mostrado (no meio). Entretanto, caso seja selecionada a opção de filtro pré-montado, o aplicativo ainda pergunta que tipo de filtro pré-montado deve ser incluído (à direita). 53

Lista de abreviaturas, acrônimos e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
BIREME	Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde, anteriormente Biblioteca Regional de Medicina
CADTH	<i>Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CENTRAL	<i>Cochrane Central Register of Controlled Trials</i>
DECS	Descritores em Ciências da Saúde
e.g.	<i>exempli gratia</i> (por exemplo)
EMBASE	<i>Excerpta Medica Database</i>
FORTTRAN	<i>Formula Translating System</i>
GRADE	<i>Grades of Recommendation, Assessment, Development and Evaluation</i>
i.e.	<i>id est</i> (isto é)
IDE	<i>Integrated development environment</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LILACS	<i>Latin American and Caribbean Center on Health Sciences Information</i>
MBE	Medicina baseada em evidências
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
MESH	<i>Medical Subject Headings</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PICO	<i>Population, intervention, comparison and outcomes</i>
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SDK	<i>Software development kit</i>
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
2	OBJETIVOS	23
3	REVISÃO	25
3.1	A pesquisa cientificamente amparada	25
3.2	As revisões sistemáticas quantitativas ou meta-análises	27
3.2.1	A importância das revisões sistemáticas	27
3.2.2	O método de elaboração das revisões sistemáticas	29
3.2.2.1	A formulação da pergunta	29
3.2.2.2	Localização e recuperação dos estudos	29
3.2.2.3	Buscas online	32
3.2.2.4	Seleção dos estudos	32
3.2.2.5	Coleta de dados	32
3.2.2.6	Avaliação crítica dos estudos	33
3.2.2.7	Análise e apresentação dos dados	33
3.2.2.8	Interpretação dos dados	33
3.2.2.9	Aprimoramento e atualização da revisão	33
3.3	Ferramentas digitais de auxílio à pesquisa	34
4	METODOLOGIA	37
4.1	Pesquisa aplicada	37
4.2	Busca e seleção de estudos prévios	37
4.3	Modularidade: buscas em repositórios e tesouros	37
4.4	Desenvolvimento do software	39
4.4.1	Usabilidade	39
4.4.1.1	Objetivo	39
4.4.1.2	Tarefas	39
4.4.1.3	Usuários	41
4.4.1.4	Equipamentos e ambientes	41
4.4.2	Metodologia de desenvolvimento	41
4.4.2.1	Metodologia agile	42
4.4.2.2	Metodologia eXtreme Programming	43
4.4.3	Kit de desenvolvimento de software	45
4.4.4	Ambiente de desenvolvimento integrado	46

5	RESULTADOS	47
5.1	Estado da arte	47
5.2	Software desenvolvido	47
5.2.1	Algoritmos principais	48
5.2.2	Demonstração e usabilidade	49
5.3	Uso de caso	52
5.4	Limitações, pendências e direcionamentos futuros	54
5.4.1	Funções pendentes	54
5.4.1.1	Tag modificadora	54
5.4.1.2	Vocabulário não controlado	55
5.4.1.3	Suporte ao CENTRAL	55
5.4.1.4	Suporte direto ao EMBASE e Emtree	55
5.4.1.5	Suporte ao DeCS	55
5.4.2	Validação	56
6	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICES	67
	APÊNDICE A – ESTRATÉGIA DE BUSCA 1	69
	APÊNDICE B – ESTRATÉGIA DE BUSCA 2	71
	APÊNDICE C – FILTRO PRÉ-PRONTO 1	73
	APÊNDICE D – FILTRO PRÉ-PRONTO 2	75

1 Introdução

A busca de estudos é uma etapa essencial na elaboração de revisões sistemáticas, com o objetivo de recuperar todos os estudos potencialmente relevantes para o trabalho a ser conduzido (1). Essa tarefa se tornou mais complexa frente à digitalização, devido ao grande aumento de estudos publicados e de ferramentas de pesquisa disponíveis, trazendo desafios específicos para os pesquisadores. Por outro lado, possui amplas possibilidades de digitalização e automação (2).

Ferramentas eletrônicas podem aperfeiçoar a tomada de decisões em saúde em diferentes escopos, desde a pesquisa até o consumo de informação pelo paciente. Essa ideia se aplica na área de saúde sob o conceito de “eHealth”, utilizado pela OMS para se referir a acesso e decisões em saúde apoiados em facilidades providas por tecnologias eletrônicas (3). Um aspecto particular de eHealth é “mHealth”, ou *mobile health*, que consiste no acesso e decisões em saúde apoiados em tecnologias eletrônicas *móveis sem fio* (3, 4).

Uma das formas de aperfeiçoar tais processos é automatizando tarefas. Na ótica de mHealth, é possível utilizar aparelhos como *smartphones* e *tablets* para automatizar processos de saúde, facilitando seu uso dotando-os de maior praticidade. Para tanto, é preciso saber identificar as oportunidades inexploradas de automação existentes na área. Nessa averiguação, é possível utilizar técnicas conhecidas e já aplicadas em setores muito diversos como aviação, transporte, linhas de produção, finanças, alimentação etc., que assim já fizeram com muito mais intensidade que na área da saúde (5).

Um dos preditores de alta suscetibilidade de automação, que serão vistos em maior profundidade no decorrer deste trabalho, é o quão repetitiva uma tarefa se torna (5). Na produção de conhecimento em ciências da saúde, alguns processos possuem alto potencial de automação. Uma das etapas da produção de revisões sistemáticas que exigem bastante repetição e que, portanto, pode se beneficiar da automação direta, é a elaboração de expressões booleanas de estratégias de busca.

Vários (6, 7) produtos já foram criados objetivando automatizar parte desse processo. Porém, tais ferramentas possuem, frequentemente, limitações: custo elevado, indisponibilidade para dispositivos mais comuns como smartphones e tablets, exigir conhecimento prévio de programação via código estruturado como Python e R, indisponibilidade geral (recurso offline), suporte apenas a uma ferramenta de busca de repositório de dados (geralmente, a do PubMed®), baixa usabilidade etc.

Em geral, os instrumentos de automação estão mais voltados também para as etapas de screening e seleção de estudos, como o Covidence (8), serviço bastante conhecido no meio acadêmico e atualmente integrado ao Cochrane.

O estado da arte atual sugere, então, que ferramentas que automatizem, de forma

fácil, a criação de expressões em estratégias de busca, com adaptabilidade para pesquisar em diferentes repositórios como MEDLINE, EMBASE, Web of Science, LILACS, SciELO etc., podem constituir valiosas ferramentas de trabalho para a criação de revisões sistemáticas. Idealmente, tais instrumentos devem obedecer princípios de usabilidade e qualidade de software gerais da indústria e orientações da OMS sobre ferramentas digitais em cuidado à saúde, inclusive—mas não apenas—quanto ao baixo custo.

Este trabalho formulou uma pesquisa aplicada voltada à elaboração de software para a automação da criação dessas expressões booleanas de estratégias de pesquisa, de forma fácil, com boa usabilidade, obedecendo princípios de mHealth da OMS (3) e com código modular para conferir adaptabilidade para vários repositórios de estudos e tesouros, sejam eles previstos ou não.

O processo que guiou essa elaboração está descrito neste texto. Ele está estruturado da seguinte forma: os objetivos formais desta pesquisa estão listados após esta introdução. Em seguida, é feita uma revisão literária breve sobre as principais questões envolvidas no trabalho. O capítulo 4 aborda, em detalhes, a metodologia seguida, desde o desenho do estudo, a busca de ferramentas prévias equivalentes, até os métodos de desenvolvimento do software e direcionamentos a serem seguidos na sua codificação. O capítulo 5 apresenta o que foi encontrado na literatura atual, os desafios encontrados e os resultados obtidos na construção do software e do aplicativo que constitui o produto acabado, uma demonstração de suas funções e as suas limitações atuais, mostrando possíveis direcionamentos futuros que guiarão melhorias incrementais a serem produzidas.

O aplicativo REQUEST foi criado a partir do software desenvolvido. Ele permite localizar descritores MESH e elaborar, com alguma automação, estratégias de busca complexas de maior *sensibilidade* e *precisão*, evitando, portanto, trabalhos adicionais desnecessários. Soma-se, a isso, a intuitividade, numa interface amigável e de acordo com orientações recentes da indústria relacionada e da OMS para mHealth.

No momento, o aplicativo se encontra publicado nas lojas Google Play™ Store e Apple App Store®, a custo módico, com registro no INPI, categoria “Programa de Computador”, sob número de registro BR512023001791-4.

O objetivo mais abstrato visa a que ele possa ser útil para tornar mais fácil e acessível o processo de elaboração da pesquisa científica. Um aplicativo com tal propósito pode auxiliar a produção científica em saúde, automatizando seus processos e reduzindo a sua barreira de acesso representada pela alta complexidade de algumas ferramentas de busca. Pode, assim, participar do aperfeiçoamento das evidências disponíveis globalmente e, portanto, melhorar a qualidade do cuidado em saúde, integrando-se aos objetivos e métodos de uma saúde baseada em evidências.

2 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa consistiu na elaboração de software voltado à automação da elaboração de expressões de estratégias de busca, com base no tesauro do MESH, para repositórios de estudos científicos na área médica, condicionada tal elaboração à inexistência de softwares já disponíveis para tal propósito.

Os objetivos específicos consistiram em:

- I) Criar software para construção de aplicativo que elabore, de forma automatizada, expressões em estratégias de busca para múltiplos repositórios de estudos na área de saúde.
- II) Elaborar software multiplataforma, formando aplicativo com mínima ou nenhuma adaptação para sistemas Android™ e iOS™.
- III) Revisar a literatura para determinar se há algum software voltado para a automação da criação de expressões em estratégias de busca.
- IV) Revisar a documentação das ferramentas de busca para codificar as particularidades de cada uma no software, mantendo o maior nível de abstração e modularidade viável para o projeto.
- V) Definir pelo menos 02 ferramentas de busca para repositórios de estudos como alvo de exportações das expressões geradas pelo software, como prova de conceito da abstração e adaptabilidade do código para múltiplas ferramentas de busca e tesauros.

3 Revisão

3.1 A pesquisa cientificamente amparada

A pesquisa é um trabalho capaz de avançar o conhecimento (9); é um processo para sua construção, corroborando ou refutando algum conhecimento preexistente. É, basicamente, um processo de aprendizagem tanto do indivíduo que a realiza quanto da sociedade na qual esta se desenvolve. Também, quem realiza a pesquisa tem, como frutos, desde a resposta às suas questões até o aprendizado do método científico (10).

O envolvimento em atividades de pesquisa tem o potencial de cultivar hábitos e conhecimentos úteis em qualquer especialidade profissional na área de saúde. Além das habilidades científicas já citadas, o pesquisador também vivencia um verdadeiro exercício de honestidade e humildade diante dos dados obtidos, especialmente quando estes contradizem uma ou mais de suas hipóteses iniciais. A pesquisa pode, por conseguinte, melhorar a formação global em saúde do profissional, e, em particular, do médico, que se defronta com o experimento da natureza: cada doença que ele deverá diagnosticar e tratar (11).

Incentivar a pesquisa desde a graduação até os últimos estágios da vida profissional é uma forma eficaz de introduzir estudantes a uma prática científica que perdure mesmo após a graduação, constituindo uma eficiente metodologia que promove a interação das três habilidades universitárias que devem estar imbuídas no futuro profissional.

O profissional da saúde deve, no seu dia a dia, abordar questões de forma cientificamente amparada. Já há algumas décadas, práticas definidas com base na tradição—*argumentum ad antiquitatem*—quando não até de mercado, foram preteridas em favor de uma abordagem que contemple a melhor evidência, obtida mediante aplicação de uma metodologia dotada de rigor científico adequado. Assim, através da introdução de novos métodos, como a randomização em estudos clínicos, houve uma pressão crescente para a elaboração de um novo paradigma. Passo a passo, foi a racionalização na aplicação de melhores condutas que trouxe essa nova abordagem: a “medicina baseada em evidências” (9), classicamente definida por Sackett et al (12), em já recorrente lição no meio acadêmico, como “o uso consciente, explícito e criterioso da melhor evidência atual na tomada de decisões sobre o cuidado de pacientes individuais, [...] integrando expertise clínico individual com a melhor evidência externa disponível.” Portanto, pelo escrito, nem a pesquisa externa nem apenas a experiência clínica do profissional, isoladamente, basta.

Impera frisar que, embora a busca da melhor evidência implique no seguimento de processos e procedimentos que devem ser dominados pelo profissional, o processo pode se tornar tanto eficiente e recompensador quanto muito longo e frustrante, a depender de uma série de fatores que podem ser bem controlados pelo pesquisador, de sorte que esse

controle pressupõe o domínio de etapas na busca da melhor evidência atual. Quando confrontado com um problema clínico, é preciso, primeiro, saber o que se deseja solucionar, i.e, identificar o problema para saber qual pergunta poderia ter uma resposta adequada a ele. Como não se sabe, em tese, a resposta, parte-se da pergunta. Em seguida, saber como fazer essas indagações para bem atingir uma boa resposta. Ademais, dotando-se de uma pergunta bem feita, saber onde fazê-la, ou seja, saber utilizar os recursos de informações disponíveis para se responder adequadamente, incluindo todo o material relevante disponível (13). E, finalmente, capacitar-se para saber interpretar, avaliar e aplicar as respostas obtidas (14).

Frente à diversidade e volume de publicações que podem ser úteis para tomada de decisões em saúde, é importante saber como identificar a produção científica de forma atualizada e proveniente de diversas fontes de informação. Nesse sentido, a busca e recuperação de evidências científicas requer habilidade e dedicação a fim de garantir a coleta da melhor informação científica disponível de forma transparente e confiável.

É preciso saber, portanto, onde buscar a informação. Muitas fontes são de fácil acesso e fornecem um grande volume de dados. São elas: i) bases de dados bibliográficas; ii) bases de dados clínicos e administrativos; iii) relatórios governamentais, bancos de teses e dissertações; iv) listas de referências em estudos, revisões sistemáticas e meta-análises; v) anais de congressos; e vi) relatórios e diretrizes de associações e sociedades científicas.

Historicamente, a medicina precisou balancear a experiência e influência dos praticantes e a evidência empírica. Gradualmente, construiu-se um processo de primazia do rigor científico na obtenção do conhecimento médico alcançado através de metodologia rigorosa. Do pioneirismo de Virchow, Bernard e Pasteur ao estudo sobre o escorbuto na Marinha inglesa, do relatório de Flexner às exigências de *trials*, pelo *Kefauver-Harris Act* americano, para a aprovação de novas medicações, até as propostas sistematizadas de Sackett, Eddy e Cochrane nos anos 1970 e 1980, a história da medicina revela uma gradual construção de uma nova mentalidade no que tange à primazia da evidência científica objetiva na aquisição da melhor evidência (15).

A compilação sistemática do conhecimento, entretanto, trouxe desafios ao ser potencializada pela informatização. O grande obstáculo se torna a má qualidade de grande parte desse conteúdo, que também é enviesado e sem aplicabilidade. É preciso ter cautela para não utilizar todo o conhecimento materialmente disponível para o profissional sem um juízo crítico. Ainda assim, é possível, para o médico recém-graduado ou pouco experiente, acessar evidências científicas de qualidade, que informam decisões médicas com segurança e que, portanto, realmente ajudam a solucionar os problemas dos pacientes. Infelizmente, saber encontrá-las é uma habilidade que nem sempre se aprende durante a graduação.

3.2 As revisões sistemáticas quantitativas ou meta-análises

Para racionalizar a quantidade crescente de evidências, surgiram as primeiras iniciativas para se implementar um hábito na comunidade científica quanto ao que, hoje, são as *revisões sistemáticas* e *meta-análises*, que tiveram um papel fundamental nesse processo (16).

De acordo com Atallah (17), o pioneirismo de Brian Haynes no início da década de 1980 sobre a prática clínica baseada em evidências propiciou o impulso de diversas mudanças e ações sobre o tema. No contexto brasileiro, na década de 1990, iniciaram-se diferentes ações e parcerias, no ensino e pesquisa, para as tomadas de decisões baseadas em evidências em saúde. A fundação do Centro Cochrane do Brasil possibilitou a criação do Programa de Medicina Interna e Terapêutica na UNIFESP e o acesso à produção científica da Colaboração Cochrane, via Cochrane Library. Ademais, o convênio firmado com a OPAS e a BIREME, bem como, alguns anos depois, com a CAPES e o Centro Cochrane do Brasil, otimizou a produção, a disseminação e o acesso às evidências científicas.

A Colaboração Cochrane é uma organização internacional fundada em 1993 que lidera o trabalho conjunto de mais de 100 países. A cooperação internacional iniciou um ano após a criação do Centro Cochrane em Oxford, localizado no Reino Unido. Atualmente, denomina-se “*Cochrane Centre*”, fundada por Sir Iain Chalmers e parceiros e nomeado em referência ao epidemiologista britânico Archie Cochrane (18).

Esse processo histórico ajudou a solidificar as meta-análises como estudos que oferecem evidências com maior grau de certeza. O estudo de meta-análise envolve um processo que reúne dados de estudos homogêneos, combinando os que se assemelham quanto aos critérios de inclusão e exclusão, para a realização de uma análise estatística com o objetivo de comprovar a validade e a veracidade dos resultados, apresentados nas sínteses. Esse processo permite mostrar o que há de positivo ou negativo em uma intervenção e fornece altos graus de evidência devido, em parte, a essa análise conjunta quantitativa de muitos dados de múltiplas e uniformes fontes (19).

3.2.1 A importância das revisões sistemáticas

O surgimento da prática da *saúde baseada em evidências*, ou *medicina baseada em evidências* (MBE) no campo médico, propiciou um incremento qualitativo na avaliação e nas decisões sobre a incorporação ou abandono de práticas existentes na área de saúde. Entretanto, o domínio dessas competências requer, do profissional, formação adequada para análise e uso das evidências. A MBE se caracteriza pelo uso claro, metódico e correto da melhor evidência clínica disponível na tomada de decisões em saúde, de acordo com a experiência do médico e das preferências do paciente. Isso se dá num fazer dinâmico que integra a melhor informação disponível, a expertise clínica e os valores e preferências do paciente, familiares ou cuidadores (17, 20, 21).

Em uma macrovisão, os estudos de revisão sistemática podem otimizar o uso de recursos financeiros, melhorar a prática clínica e aumentar a eficácia para os pacientes nas diferentes intervenções clínicas. Numa análise de custo-efetividade, as revisões sistemáticas são úteis para identificar, com eficiência, o conhecimento que existe a respeito de um questionamento e também podem auxiliar na escolha das decisões, pois são extremamente eficientes para mapear o conhecimento clínico existente e para que os recursos sejam utilizados com a máxima eficiência (17).

Ao reunir os resultados de vários estudos de forma explícita, a revisão sistemática se traduz em confiança e agrega valor a essas decisões clínicas, na escolha por um procedimento, o qual pode ser válido ou não para determinada intervenção (14).

Em uma perspectiva econômica, as revisões sistemáticas podem otimizar o uso de recursos financeiros, melhorar a prática clínica e aumentar a eficácia no atendimento dos pacientes nas diferentes intervenções clínicas (17, 21). Cumpre salientar, ainda, que considerações econômicas são particularmente importantes para se otimizar a alocação de recursos financeiros de organizações e entes públicos.

A análise acima implica dizer que as revisões sistemáticas possuem, pelo seu uso eficiente de recursos, grande influência sobre as políticas e práticas em escolas, hospitais, programas de bem-estar do Estado, clínicas de saúde mental, tribunais, prisões e outras instituições. Por isso, sínteses de pesquisas têm grande potencial para influenciar decisões políticas.

De fato, a contribuição desse tipo de estudo para a avaliação da eficácia ou limitação de uma intervenção já é muito relevante no contexto da saúde coletiva há bastante tempo (16). Atualmente, as revisões sistemáticas são muito usadas, nas recomendações da OMS, para elaboração de publicações sobre eficácia e efetividade de intervenções, em diferentes diretrizes elaboradas pelo organismo. Isso foi impulsionado pela criação do seu *Guideline Review Committee*, com o objetivo de tornar as análises quanto ao uso das evidências científicas parte dos processos de elaboração das suas ações institucionais (22). Tais ações da OMS influenciam decisões políticas de saúde em todo o mundo.

Assim como as revisões sistemáticas, no contexto das ações em saúde, podem decidir políticas nacionais e encaminhamentos de decisões com o apoio na literatura técnico-científica disponível, sua elaboração requer a soma dos esforços quanto aos recursos e as habilidades específicas para garantir sua elaboração e reprodutibilidade. Devem ter voz ativa na tomada de decisões o gestor, o médico e o paciente (17).

Dessa forma, dada a validade dos estudos de revisão sistemática, ações têm sido criadas e implementadas na elaboração de estratégias que possam viabilizar o uso consciente dos resultados de uma revisão sistemática para práticas e políticas em saúde.

3.2.2 O método de elaboração das revisões sistemáticas

A elaboração de revisões sistemáticas visa sintetizar as evidências publicadas em diferentes estudos de forma clara, transparente e com garantia de reprodutibilidade do processo adotado. Esse tipo de estudo objetiva diminuir o número de vieses de acordo com a condução e o rigor metodológico de todo o processo, que envolve também o relato e sua publicação (21).

A metodologia Cochrane, de acordo com o manual da Cochrane para revisões sistemáticas (21), determina sete etapas para a sua construção: i) formulação da pergunta; ii) localização e seleção dos estudos; iii) coleta de dados; iv) avaliação crítica dos estudos; v) análise e apresentação dos dados; vi) interpretação dos dados; e vii) aprimoramento e atualização da revisão.

Partindo das orientações do Manual Cochrane (21) para a definição das etapas de elaboração de uma revisão sistemática, elencamos, abaixo, a descrição dos procedimentos para cada uma delas:

3.2.2.1 A formulação da pergunta

O planejamento de uma revisão sistemática se inicia com a formulação da questão de pesquisa. Os quatro principais elementos de uma pergunta são assim definidos e representados pelas variáveis do acrônimo PICO, onde: P = População ou Problema, I = Intervenção, C = Controle ou Comparação e O = Desfecho ou Resultados. Há também os elementos T = Tempo e S = Desenho do Estudo (23, 24).

A pergunta de revisão sistemática deve objetivar a especificidade e clareza da relação entre dois ou mais elementos do acrônimo PICO. Os objetivos bem definidos e uma questão concisa dão foco ao protocolo e propiciam o fazer do relatório final completo. A definição dos elementos da pergunta de acordo com acrônimo PICO especifica as variáveis que, somadas aos tipos de estudo, representam a fundamentação para a composição dos critérios de elegibilidade. Há também, nesta etapa, a especificação dos resultados primários e secundários, bem como os tipos de estudo (25, 21).

3.2.2.2 Localização e recuperação dos estudos

A busca de estudos relevantes é um componente básico das revisões sistemáticas. É uma etapa a ser cumprida no processo de sua produção, com o objetivo de recuperar todos os estudos potencialmente relevantes para o trabalho a ser conduzido (1).

O Cochrane preconiza que todo o processo de busca deve ser documentado e relatado na revisão sistemática com o máximo de detalhamento das decisões tomadas nesta etapa. Os principais itens deste processo, que devem aparecer no relatório, são: lista de todas as bases de dados pesquisadas, a data de pesquisa para cada base de dados ou o período em que a busca foi realizada, se houve alguma restrição de língua ou outros

limites usados (ano, faixa etária, estudos em animais, somente humanos etc.), os recursos da literatura cinzenta, contatos realizados individualmente ou com instituições, busca manual de periódicos e anais de eventos e qualquer outro recurso como, por exemplo, lista de referências na internet.

A busca deve ser realizada em diferentes fontes de informação, como repositórios de estudos, listas de referências de estudos recuperados, literatura cinzenta, dentre várias fontes. Para este trabalho de desenvolvimento de software, importam os repositórios, as ferramentas de busca e os modificadores.

Repositórios (ou bases) são os bancos de dados que contêm as informações sobre os estudos científicos. Como exemplo, pode-se citar MEDLINE, EMBASE, LILACS, CENTRAL, Web of Science etc. O Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions considera, como fontes obrigatórias, pelo menos e no geral, MEDLINE, EMBASE e CENTRAL (21).

Para recuperar estudos indexados num repositório, entretanto, é preciso realizar uma busca. Isso é feito através de uma *ferramenta de busca*, a qual direcionará, mediante técnicas particulares a cada uma, a recuperação de estudos relevantes. Ela deve apresentar uma interface qualquer, disponibilizada ao pesquisador, com campos para inserção de expressões booleanas representativas de estratégia de busca, que gerarão comandos para recuperar os estudos indexados num determinado repositório.

A busca pressupõe, assim, a elaboração de uma *estratégia de busca*. Esse elemento representa uma técnica ou conjunto de regras para tornar possível o encontro entre uma pergunta formulada e a informação armazenada em bases de dados. Isso significa que, a partir de uma estratégia, será selecionado um conjunto de itens que constituem a resposta de uma determinada pergunta formulada anteriormente (26).

Geralmente, a cada repositório corresponde uma ferramenta de busca, com os dois serviços sendo ofertados conjuntamente. Entretanto, uma base de estudos pode ser pesquisada através de diferentes ferramentas de busca, e uma ferramenta de busca pode buscar em mais de um repositório ao mesmo tempo. Exemplificando, é possível recuperar estudos indexados no MEDLINE através, por exemplo, do PubMed® ou Ovid. Igualmente, o PubMed® abarca outras fontes que não apenas o MEDLINE, embora esta seja sua principal base de dados com o benefício adicional de contar com uma busca mais estruturada em relação a essa fonte específica (27).

Cada estratégia de busca, inserida nas ferramentas de pesquisa, está representada algebricamente por uma *expressão booleana*, cujos determinantes semânticos principais para sua construção são o tesauro e os modificadores.

O *tesauro* consiste no vocabulário controlado utilizado por cada indexador, que pode ser, por exemplo, o MESH, o Emtree e o DECS, este último um catálogo de traduções para o MESH com foco em uso no LILACS (28). Para buscar em cada repositório, portanto, é importante saber recuperar o vocabulário controlado apropriado para cada

base de dados, fazendo uso do termo específico que melhor corresponda ao tema pesquisado.

Os tesouros podem ter relações hierárquicas entre seus componentes. Por exemplo, no MESH, um *Descritor*—“*Heading*”—representa uma abstração mais geral, podendo abarcar vários temas específicos intimamente relacionados, que são os *Termos* (“*Entry Terms*”). Cada Descritor sempre tem pelo menos um (01) Termo correspondente ao tema principal referido pelo Descritor. Cada Termo, por seu turno, é um tema específico com formas alternativas de grafia, sempre tendo pelo menos uma forma de grafia, considerada a principal para se referir àquele Termo.

Os *modificadores* são adicionados a um trecho da expressão—seja um vocábulo (controlado ou não) ou a própria expressão inteira—para definir o contexto em que aquele trecho modificado será buscado. Por exemplo, há modificadores para restringir a busca do elemento somente ao título do estudo, ao resumo, a ambos, a ocorrências em todo o texto, e mesmo a características externas ao texto dos estudos, como ano de publicação, periódico de publicação etc.

Geralmente, os modificadores são implementados no formato de *tags* adicionadas a cada elemento da expressão da estratégia de busca. Por exemplo, na ferramenta de busca PubMed®, a tag “[au]” realiza a comparação do item modificado somente em relação ao campo do *autor* dos estudos. Da mesma forma, há as tags “[all]” para *todos* os campos, “[ti]” para *título*, “[ta]” para o *periódico*, dentre muitos outros modificadores (29). O conhecimento dos modificadores é um dos fatores que contribuirá para que o pesquisador elabore uma estratégia de busca mais adequada.

Essa adequação pode ser definida de uma forma objetiva, que quantifica a medida dessa adequação. A definição da adequação consiste no conjunto de *macro-objetivos* que devem ser preenchidos na realização de diferentes tipos de busca: recuperar um número suficiente de registros, i.e., estudos, e evitar que sejam recuperados registros irrelevantes. Tais macro-objetivos são, respectivamente, *sensibilidade* e *precisão*, que são as principais medidas pelas quais a adequação da estratégia de busca é mensurada (1).

A primeira métrica considera quantos estudos foram recuperados, pela estratégia de busca, dentre o universo de estudos pertinentes ao tema existentes em um repositório, enquanto a segunda mensura quantos estudos são pertinentes no universo dos estudos recuperados. Há uma relação inversa entre sensibilidade e precisão, e, por isso, o nível ótimo para uma estratégia de busca é atingir o equilíbrio máximo entre as duas métricas citadas (30). Portanto, o desafio, no desenvolvimento das estratégias, é reduzir de maneira otimizada o número do que é recuperado sem prejuízo dos registros que podem contribuir para responder a questão da pesquisa (31).

O resultado de uma busca pode, dessa forma, embasar e demonstrar a maturidade científica do tema a ser tratado, mas isso de acordo com uma condução que priorize um planejamento prévio das estratégias utilizadas em diferentes fontes de informação.

3.2.2.3 Buscas online

Na última década, houve um crescimento vertiginoso no que diz respeito à recuperação e disseminação dessa informação. Na medida em que aumentou a quantidade e uso de sistemas de recuperação, a digitalização também impulsionou a compreensão quanto às formas especiais pelas quais os usuários realizam suas buscas online (32).

Atualmente, devido à facilidade de acesso e à redução de custos, proporcionada pelos avanços da tecnologia digital, esses sistemas, repositórios, ferramentas de busca e consultas de tesouros migraram para plataformas digitais disponíveis via Internet. Adicionalmente, as técnicas de recuperação das informações neles armazenadas se tornaram gradualmente mais sofisticadas, visando abarcar novas necessidades cada vez mais diversificadas, específicas. Entretanto, com essa especialização sobreveio alguma complexidade adicional, perceptível nas funções comumente conhecidas por “busca avançada” nas ferramentas de pesquisa dos repositórios: geralmente, elas exigem, para seu uso satisfatório, bom conhecimento de propriedades matemáticas como a lógica booleana e a precedência de operadores, fazendo com que poucas pessoas utilizem as funções de busca avançada dos repositórios de estudos (2).

3.2.2.4 Seleção dos estudos

Uma vez obtidos os estudos mediante execução da estratégia de busca, recomenda-se que a análise da elegibilidade dos estudos e a extração dos dados sejam realizadas de forma dupla e cega e, as discordâncias, discutidas entre os revisores, mas o não consenso pode ser resolvido com um terceiro revisor.

A realização das análises deve ser transparente para que erros humanos e vieses não ocorram durante o processo de avaliação, que envolve: o uso de um software de gerenciamento de referências para a remoção de estudos duplicados; avaliação de título e resumos para a seleção dos estudos; recuperação do texto integral de potenciais estudos; reunião dos relatórios que tenham os mesmos estudos; avaliação dos artigos completos para identificação daqueles que têm os critérios de elegibilidade da revisão sistemática; contatar pesquisadores para esclarecimentos de dúvidas sobre o artigo, como por exemplo, como a falta de alguns resultados; decidir os detalhes para a finalização da seleção dos estudos e para proceder com a coleta de dados (21).

3.2.2.5 Coleta de dados

Esta etapa objetiva extrair os dados, ou seja, todo tipo de informação sobre o estudo: detalhes sobre o método, participantes, cenário, contexto, elegibilidade dos estudos, intervenções, resultados, publicações, investigadores: identidade dos autores, estudos, citações, detalhes dos contatos e miscelânea.

A recomendação é que haja um planejamento prévio com uma especificação formal para a captação e para a eleição dos dados que devem ser colhidos dos potenciais estudos (21).

3.2.2.6 Avaliação crítica dos estudos

A revisão de literatura marca a importância de um projeto de pesquisa, ao poder estabelecer uma base consistente para o desenvolvimento teórico, sintetizar um parecer de áreas com um grande número de pesquisas e mostrar as áreas onde há necessidade de novas investigações (33). Nesse sentido, o refletir sobre as estratégias de busca para estudos de revisão sistemática se correlaciona com a revisão de literatura que contempla um amplo levantamento crítico.

Alguns erros podem ocorrer na elaboração dos estudos individuais e comprometer seus resultados. Por isso, a qualidade dos resultados de diferentes intervenções deve ser analisada. O risco de viés, ou seja, possíveis comprometimentos sobre o efeito da intervenção, deve ser avaliado em todos os estudos incluídos em uma revisão sistemática bem feita (33).

3.2.2.7 Análise e apresentação dos dados

Os estudos escolhidos nesta etapa são reunidos mediante as características que têm em comum. A forma de apresentação dos estudos primários pode ser narrativa, com uma discussão organizada dos dados achados nos estudos analisados. Pode-se, também, elaborar uma discussão estatística de acordo com dados quantitativos (33).

3.2.2.8 Interpretação dos dados

Essa etapa da revisão sistemática é executada de acordo com cada tipo de resultado sumarizado no estudo. Por isso, a análise da qualidade da evidência deve ser dividida em três partes: i) descrição dos estudos; ii) qualidade dos estudos; e iii) resultado das variáveis.

Preconiza-se (21) que o GRADE seja usado para graduar a qualidade de um conjunto de evidências ou diferentes riscos de vieses sobre a validade das provas de cada resultado individual (21, 33).

3.2.2.9 Aprimoramento e atualização da revisão

A orientação do Cochrane é que as revisões sistemáticas sejam atualizadas a cada dois anos e que, na impossibilidade da atualização ser feita pelo autor, inclua-se um esclarecimento que relate os motivos disso. As revisões sistemáticas podem ser atualizadas quando surgirem novos estudos, com ênfase para o caso daquelas que não encontraram evidências ou apenas evidências de baixa qualidade por falta de estudos. Entretanto, em alguns casos, pode-se também modificar a questão da revisão e incluir novos desenhos

de estudos (21, 33). O caminho para o delineamento do processo de busca e recuperação da informação envolve diferentes análises sobre o usuário, o documento, o profissional que realiza o tratamento, bem como a disponibilização da informação e os sistemas de recuperação da informação, todos com múltiplas abordagens, o que faz com que a recuperação da informação seja um campo com discussões sociais, históricas e ideológicas. Aqui, apresentam-se primeiro os conceitos e reflexões sobre busca e recuperação da informação para elaboração das estratégias de busca gerais e, por fim, as metodologias de busca para elaboração das revisões sistemáticas (21).

O cenário da busca informacional e da recuperação da informação envolve, também, os sistemas de recuperação da informação, os quais visam recuperar documentos relevantes para a pesquisa realizada pelo usuário com o menor número de itens irrelevantes, o que corresponde à precisão do sistema (21).

3.3 Ferramentas digitais de auxílio à pesquisa

O surgimento de uma necessidade de informação estimula o processo de criação de ferramentas para auxiliar o pesquisador durante todas as etapas do processo visto acima.

Com a evolução e maturação dos processos digitais, novos softwares surgem para minimizar limitações dos pesquisadores, seja criando nova ferramenta, seja adicionando valor a ferramentas preexistentes, adequando-se a perfis de uso variados, num aumento gradativo das possibilidades oferecidas. Essas facilidades são parte do *eHealth* (*electronic health*): o uso da tecnologia na promoção da saúde, bem-estar e qualidade de vida, fornecendo oportunidades para o profissional mediante a obtenção rápida de dados atuais sobre decisões de terapêutica e planos de cuidado (34).

No âmbito de eHealth, a disponibilidade de software é limitada pela escassez de pessoas com domínio simultâneo e suficiente das áreas de tecnologia e de cuidado em saúde (34). Além disso, se a ciência da informação trouxe uma aceleração na criação do conhecimento na área médica (35), com ainda mais rapidez alterou a forma de acesso a esse conhecimento: Firtman (36), em livro especializado, afirmou que 4% dos acessos à Internet se davam por equipamentos móveis como celulares e tablets. Numa segunda edição, dois anos depois, afirmou que esse número já era mais que o dobro, 10% (37). Quatro anos mais tarde, um popular jornal inglês noticiou que mais da metade dos acessos à Internet já se davam via dispositivos móveis (38). Disso se depreende duas coisas: primeiro, que o acesso à informação médica pode ser limitado tanto pela falta de competências do utilizador quanto pela falta de pessoal qualificado para criar essas ferramentas em eHealth, fora as limitações de meios. Em segundo lugar, que as competências devem abarcar mais que apenas os sistemas operacionais tradicionais, abrangendo também os novos sistemas operacionais de celulares e tablets.

Ainda em 2016, a OMS declarou que os dispositivos móveis conectados aumentam

o acesso à informação em saúde, integrando orientações de *mHealth* (*mobile health*). Uma dessas prioridades, de acordo com o organismo internacional, é o fortalecimento e suporte dos esforços para se construir, em mHealth, orientações baseadas em evidências (3). Tudo isso confirma a importância crescente de celulares e tablets na busca constante pela melhor evidência científica na área.

Em fevereiro de 2023, as plataformas móveis Android™ e iOS™ possuíam, respectivamente, 43,92% e 17,15% de participação de uso na Internet, dentre todos os sistemas operacionais disponíveis no mundo, móveis ou não. Considerando apenas dispositivos móveis menores (excluindo tablets), os números são de, respectivamente, 72,26% e 27,11% (39). Portanto, um aplicativo compatível com essas duas plataformas abrangeria aparelhos que realizam mais de metade dos acessos em geral à Internet, e mais de 99% dos acessos, se contabilizados apenas celulares e aparelhos de tamanho e experiência afins.

Se tais números totais corresponderem também ao universo dos pesquisadores alvo do produto, os aplicativos que se proponham a auxiliá-los devem ter seu suporte a esses novos dispositivos priorizado, fornecendo suporte prioritário para sistemas Android™ e iOS™.

Trata-se, portanto, de uma realidade muito nova e mutável, com ampla demanda por novos e melhores aplicativos, particularmente que sejam de uso facilitado em dispositivos móveis. Considerando a contribuição que a automação digital permite, e tendo em vista o ponto já discutido da elaboração de estratégias de busca em revisões sistemáticas, seria oportuna a elaboração de um aplicativo que auxiliasse os pesquisadores na definição e escolha dessas estratégias de forma eficiente.

4 Metodologia

4.1 Pesquisa aplicada

A pesquisa metodológica torna possível o estudo de métodos, os quais delimitarão a obtenção, organização e análise de dados para elaboração de instrumentos ou aparatos, também denominados “*ferramentas*” (40). Em resumo, a metodologia estuda os métodos, e os métodos, por seu turno, podem delinear ferramentas e aparatos, os quais tornam possível a realização de uma tarefa (41).

Uma vez delimitada a metodologia, é possível realizar uma pesquisa aplicada através do uso conjunto e sistemático de pesquisa básica aliada ao uso de ferramentas pré-existentes para desenvolver novas soluções—novas ferramentas—para problemas reais enfrentados por indivíduos ou grupos coletivos (42).

Pode-se afirmar, nesse sentido, que a pesquisa aplicada para desenvolvimento de ferramentas de eHealth usa elementos de alta tecnologia para implementar ganhos em promoção e cuidado em saúde (34). Portanto, o desenho do estudo como pesquisa aplicada se justificou pelos objetivos traçados de construir uma ferramenta de eHealth mediante uso de recentes tecnologias para desenvolvimento de software de qualidade.

4.2 Busca e seleção de estudos prévios

Para determinar a existência de ferramentas prévias com objetivos similares àquela objeto deste trabalho, elaborou-se uma estratégia de busca para realizar a pesquisa.

Conceitualmente, a estratégia objetivou recuperar estudos cujo título mencionasse termos que se referissem à base de dados MESH e a softwares, haja vista o software ter, como objetivo, codificar também a recuperação de dados desse tesouro. Dito de forma inequívoca, foram realizadas duas disjunções lógicas: a primeira, do descritor MESH “Medical Subject Headings” com a expressão não controlada “MeSH”, pois o descritor do tesouro MESH não possui este último registro. A segunda foi feita entre os descritores “Software” e “Mobile Applications”. Por fim, foi feita uma conjunção lógica entre o resultado das duas disjunções acima.

A expressão exata da estratégia pode ser verificada no apêndice A, página 69.

4.3 Modularidade: buscas em repositórios e tesouros

A conceitualização inicial se orientou pelas orientações da norma ISO 9241 para definição de tarefas em usabilidade de software. Essa etapa está situada previamente à

elaboração da ferramenta, e exige uma pesquisa prévia do campo, junto a potenciais utilizadores da ferramenta a ser construída (43).

Nesse sentido, as primeiras necessidades que orientaram a idealização do software se evidenciaram a partir de contatos prévios no meio acadêmico, mediante avaliação empírica por questionamento ativo por parte do orientando anteriormente ao projeto. O conhecimento prévio orientou a definição de objetivos e justificou a revisão de literatura e determinação do estado da arte. São queixas recorrentes de ações repetitivas, enfadonhas, existentes na elaboração de pesquisas acadêmicas.

Os problemas de automação nortearam o início do projeto, em especial a definição dos objetivos (item 2) e, por critérios de usabilidade (43), a extração de tarefas abstratas, cuja lista está presente adiante no item 4.4.1.2.

Para atender essas necessidades, i.e., para reduzir o trabalho repetitivo durante a elaboração de uma pesquisa, o software foi idealizado para que uma—01—única estratégia de busca criada por interface visual pudesse ser traduzida automaticamente para expressões booleanas aplicáveis a diferentes ferramentas de busca de vários repositórios de estudos científicos. Trata-se de decorrência lógica da redução da repetição: permitir a automação pelo aparelho digital móvel.

A transposição do objetivo geral das tarefas para a codificação de software foi possível através da obediência a princípios de modularidade e abstração de código, princípios esses ideais para se reduzir a redundância e automatizar tarefas repetitivas, com características comuns entre elas (44). Quanto às tarefas do projeto, o *ponto comum* é a realização da mesma pergunta da pesquisa nas buscas em vários repositórios, e as *diferenças* correspondem aos tesouros e às funcionalidades específicos de cada ferramenta de busca.

Para atingir esse objetivo, foi preciso, portanto, codificar os diferentes modificadores e os diferentes tesouros utilizados por cada ferramenta de busca de repositório, e o preenchimento do objetivo foi verificado quando atingido o suporte a, pelo menos, mais de uma ferramenta de busca de repositórios distintos.

Em decorrência da exposição do item 3.2.2.2, página 29, elencou-se o suporte inicial ao PubMed® e ao EMBASE. O primeiro utiliza o tesouro MESH com modificadores em formato de tags segundo uma especificação própria (29). O segundo utiliza o tesouro do Emtree igualmente com modificadores em formato de tags e também com sua especificação particular, específica para essa ferramenta de busca (45).

Como o EMBASE permite realizar a tradução automática de termos do MESH para termos Emtree, a expressão da estratégia de busca que é gerada é prevista para utilizar essa funcionalidade disponível na busca avançada do EMBASE, reduzindo a complexidade para o pesquisador durante a exportação das expressões.

4.4 Desenvolvimento do software

O desenvolvimento do software exige o uso de metodologias, métodos e ferramentas pré-existentes e específicos. Uma escolha adequada para cada etapa pressupõe um raciocínio analítico para cada uma das opções existentes para a realização dessa tarefa. Ademais, é imperativo que atenda a requisitos de usabilidade, para assegurar a qualidade do produto.

4.4.1 Usabilidade

Usabilidade, em desenvolvimento de software, pode ser definida como a resposta para “saber se o sistema é bom o suficiente para satisfazer todas as necessidades e exigências dos usuários e outros potenciais interessados” (46).

Conforme a norma ISO 9241, usabilidade também pode ser definida como uma “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”. A eficácia, a eficiência e a satisfação são a medida com quem os objetivos do projeto são alcançados, mas são necessários, ainda, a descrição dos objetivos, dos usuários, do ambiente de uso e a descrição das tarefas que serão realizadas pelo software (43).

De qualquer forma, cumpre salientar o seguinte aspecto: usabilidade é composta por itens que podem definir a adequação final do software, e, portanto, que merecem avaliação criteriosa, algo a ser feito a seguir.

4.4.1.1 Objetivo

O objetivo do software já está listado em objetivo específico do item 2, página 23 desta pesquisa. Em particular, a elaboração de software voltado à automação da elaboração de expressões de estratégias de busca, com base no tesauro do MESH, para repositórios de estudos científicos na área médica.

4.4.1.2 Tarefas

Conforme entendimento da norma ISO9241, as tarefas podem ser explicadas como permitindo as seguintes ações, por parte do usuário, em relação a estratégias de pesquisa:

- Permitir que seja criada.
- Adicionar descritores e termos MESH, além de filtros específicos.
- Customizar o título e a descrição, e definir ícones visuais indicativos para cada uma.
- Armazenar as estratégias criadas para uso posterior.

- Transformar a estratégia de busca criada de forma visual e interativa em uma expressão booleana adequada para uso em repositórios de dados.
- Permitir exportação da expressão em formato de, pelo menos, dois repositórios de dados de estudos.

A realização das tarefas deve ser possível mediante interfaces que, adequadas aos demais elementos de usabilidade, permitam um uso adequado. Dessa forma, procurou-se seguir lições de usabilidade, dentre as quais podemos citar, em rol meramente exemplificativo (46):

- “Menos é mais”: as interfaces visuais devem ter o menor número de elementos visuais e telas distintas quanto possível. Como o software tem duas funções principais, i.e., criar estratégias e exportar expressões de estratégias, foi definido que o software deveria possuir apenas duas telas distintas e apenas um botão de ação principal em cada tela. Da mesma forma, evitou-se o uso de cores, utilizando-as apenas para algumas ações principais que mereciam destaque.
- “Sanidade de padrões”: ao evitar sobrecarregar o usuário (“menos é mais”), deve-se ter o cuidado, também, de evitar exigir do usuário muitas entradas de dados antes da execução das tarefas, quando isso for opcional e não absolutamente necessário para a sua correta execução. Duas escolhas decorreram desse princípio: primeiro, optou-se por não usar modelos “*wizard*” ou “passo a passo”, por romperem a unidade visual das tarefas executadas no software e removerem as relações contextuais sem acrescentar uma facilidade compensadora. Além disso, modelos passo a passo desencorajam o usuário a explorar as potencialidades do software. Em segundo lugar, algumas informações meramente organizacionais, como o título, a descrição e o ícone da pesquisa são gerados automaticamente, indicando, para o usuário, a possibilidade de customização somente se assim desejar, mediante botão de ação específico e sempre evidente.
- “Ajuda não ajuda”: o uso do software deve ser intuitivo o suficiente para que os usuários possam utilizá-lo sem o uso de manuais e referências de ajuda. Assim, considerando a lição “menos é mais”, nenhuma ajuda foi proposta.
- “Linguagem simples e natural”: apesar dos usuários serem indivíduos com formação na área médica, o uso de rótulos de texto e explicações foi limitado ao máximo.
- “Consistência”: ações e informações análogas retinham a mesma forma de apresentação e interação.
- “Minimize a carga de memória do usuário” e “use a memória muscular do usuário”: procurou-se utilizar o maior número de componentes visuais padronizados já

oferecidos pelas ferramentas de desenvolvimento e pelas plataformas de execução. Caixas de texto, marcação e seleção, bem como botões e rótulos de texto não foram reinventados, garantindo, assim, o uso intuitivo do software pelos usuários já acostumados com as plataformas de execução.

4.4.1.3 Usuários

Os usuários do programa serão indivíduos com formação na área de saúde, com experiência mínima prévia na elaboração de estratégias de busca, que estejam familiarizados com o MESH, e que saibam utilizar as interfaces visuais padronizadas para sistemas Android™ e iOS™.

Esses condicionantes de usuário são definidos pelas tarefas idealizadas. Os usuários necessitam ter um domínio mínimo do que será feito, porquanto deverão comandar a execução por parte do aparelho eletrônico, ainda que de forma automatizada e abstraída, simplificada e guiada.

4.4.1.4 Equipamentos e ambientes

É esperado que o aplicativo seja executado em *smartphones* com sistemas Android™ e iOS™. Não está previsto nenhum ambiente específico, pela própria natureza dos equipamentos, que podem ser utilizados em, praticamente, todos os locais.

4.4.2 Metodologia de desenvolvimento

O software proposto se presta a resolver um problema bastante específico, como já visto. Houve também um condicionante de tempo e recursos, pois o desenvolvimento se deu por um único programador—o orientando—com supervisão contínua por parte do orientador num curto espaço de tempo.

A atividade de desenvolvimento de software pressupõe metodologias, estejam elas implícitas ou explícitas durante o processo. De modo geral, podemos identificar alguns grupos gerais de metodologias de programação (47): i) tradicional; ii) agile; iii) iterativa; e iv) híbrida. Não há uma escolha considerada melhor que outra, nem há uma solução que se adapte a todos os casos (47).

Cada metodologia possui características específicas para explorar as individualidades de cada ambiente visando eficiência dos processos de trabalho (48, 49) a partir de contingências situacionais de cada local (47). Por isso, cada um desses grupos gerais se subdivide em várias outras metodologias específicas (47, 48, 49, 50), tanto mais gerais e abstraídas quanto mais detalhadas e concretas.

4.4.2.1 Metodologia agile

Devido aos condicionantes citados anteriormente, optou-se por seguir metodologia baseada em *agile*, e descartar, especialmente, as metodologias tradicionais.

O conceito de metodologia agile pode ser dado pela composição de seus doze princípios, a serem seguidos no desenvolvimento do software (49). Cabe salientar que a prática experimental, comumente, a adoção de apenas parte dos princípios ou mesmo uma mistura de modelos agile e tradicionais (50), não havendo uma compartimentação estanque já que cada equipe adota seu próprio conjunto de métodos que seja mais adequado à sua realidade.

São os doze princípios que definem essa metodologia: 1) Satisfazer o cliente através da entrega contínua e adiantada do software. 2) Tirar vantagens e encorajar mudanças de requisitos, inclusive tardiamente. 3) Entregar um produto funcionando o mais rápido possível. 4) Cooperação contínua diária entre desenvolvedor e os detentores da lógica do negócio. 5) Projetos elaborados por pessoas motivadas e confiáveis. 6) Comunicação frente a frente entre os participantes. 7) Software funcionando é a principal medida de sucesso. 8) Desenvolvimento sustentável, capaz de ser mantido em ritmo constante. 9) Atenção contínua para excelência técnica e bom design. 10) Simplicidade—arte de maximizar quantidade de trabalho não feito—é essencial. 11) Melhores arquiteturas, requerimentos e designs surgem de equipes que se organizam sozinhas. 12) Reflexões periódicas de como se tornar mais efetivo, e se ajustar de acordo.

Como se vê pela simples leitura, alguns princípios não são tão relevantes para uma equipe de um desenvolvedor, enquanto outros encontram plena correspondência com aspectos do desenvolvimento já citados no decorrer deste trabalho e serão justificados a seguir.

Os requisitos funcionais são definidos antes da codificação na metodologia tradicional (48). Como se viu acima, a metodologia agile preconiza uma adaptabilidade contínua da codificação frente a mudanças de requisitos, inclusive mudanças tardias. Em conformidade com tal diferença, adotar métodos tradicionais constituiria um obstáculo porque um dos objetivos deste projeto foi explorar as potencialidades dos mecanismos de busca dos repositórios de dados de estudos na área da saúde. Essas potencialidades foram exploradas—e aprendidas—de forma contemporânea à programação do software, em várias pequenas etapas incrementais sucedidas por avaliação. Assim, definir, previamente, todos os requisitos do projeto poderia atrasar a codificação e gerar trabalho perdido, à medida que novos condicionantes eram revelados.

Não se tentou revelar todos os condicionantes a priori para se otimizar o uso do tempo e se permitir a contínua interação entre orientador e orientando, sempre com possibilidade de correções de rumos.

A testagem do software também é algo preconizado como posterior à codificação pelos métodos tradicionais (48, 49). Considerando a ausência de educação formal em ciência

da computação por parte do orientando—que também é o programador do software—preferiu-se inverter a ordem, definindo os testes de validação primeiro e submetendo-lhes o código principal com o fim de aprimorar a validação formal do software escrito e permitir a correção precoce das falhas no código.

Outros aspectos também foram importantes. Por exemplo, a necessidade de interação frequente entre orientador e orientando permitiu a entrega de protótipos que, já inicialmente, permitiram verificar concretamente a viabilidade do projeto de forma eficaz e com maior eficiência do que ocorreria caso se optasse pelo desenvolvimento por uma cadência mais rígida como é a da metodologia tradicional.

A comunicação pessoal, frente a frente, constitui parte essencial da dinâmica entre orientando e orientador neste projeto, viabilizando a própria reflexão constante para avaliar necessidades de correções. Outros princípios, dentre aqueles citados, também viabilizam o uso mais eficiente do tempo disponível para o projeto.

Dessa forma, percebe-se que os princípios agile constituíram uma referência adequada para a metodologia de desenvolvimento do software deste projeto.

4.4.2.2 Metodologia eXtreme Programming

Adotada a metodologia agile, coube o aprofundamento em suas variações particulares para definir com precisão os métodos que permitissem cumprir os objetivos do projeto o mais eficiente quanto possível. As variações mais comumente citadas podem ser resumidas nos seguintes itens (47): i) *Agile Unified Process* (AUP); ii) *Scrum*; iii) *Test-Driven Development* (TDD); iv) *Feature-Driven Development* (FDD); v) *Adaptive Software Development* (ASD); vi) *Lean Software Development* (LSD); vii) *eXtreme Programming* (XP); viii) *Crystal*; e ix) *Dynamic Systems Development* (DSDM). As metodologias agile possuem características em comum, porém com objetivos e condicionantes distintos em maior ou menor grau. A definição de cada um não está no escopo deste texto, mas é oportuno explicar o que ensejou a adoção ou rejeição de cada metodologia.

O *Dynamic Systems Development* foi descartado porque a grande ênfase na divisão de tarefas não é um condicionante relevante para este projeto. Em particular, as posições de patrocinador e avaliador de viabilidade são desnecessárias. A própria análise de viabilidade já havia sido feita de forma simplificada.

Scrum enfatiza eventos de desenvolvimento e reuniões constantes, tradicionalmente diárias ou, pelo menos, antes de se executar codificações, não sendo, dessa forma, tão relevante para as atividades desenvolvidas pelo orientando.

Feature-Driven Development foi descartado primeiro porque o detalhamento das posições individuais ocupadas em grupo de programadores (i.e., da equipe de trabalho) era uma complexidade desnecessária. Além disso, anteviu-se teste do software por módulos de código e não (necessariamente) por função—do ponto de vista funcional *externo*—do software.

Adaptive Software Development foi descartado por preconizar o teste do software após a definição da arquitetura. Como o orientando não possui educação formal na área, alguma experimentação com testes e código se mostrou necessária, inicialmente, para definir qual a melhor arquitetura de software.

Lean Software Development, embora com foco em organizações com esforço coletivo, possui estratégias válidas para o projeto presente, em particular a ênfase na adoção de práticas de DevOps com o intuito de reduzir o tempo utilizado com práticas meramente instrumentais, não intelectuais, de operacionalização do software (i.e., compilação, testagem etc.).

Crystal não foi escolhido haja vista o software desenvolvido ter sido fruto de um projeto único, não sendo necessário optar por metodologias plurais para vários projetos de complexidades distintas, algo certamente aproveitável em outros ambientes de trabalho.

No caso deste software, optou-se por um modelo híbrido de metodologia agile que contemplou o princípio básico do *Test-Driven Development* conforme adotado em *eXtreme Programming (XP)*.

XP é uma metodologia de desenvolvimento de software criada por Kent Beck nos anos 1990 (51). Trata-se de um processo do tipo agile que enfatiza mais o aspecto de interação constante entre o grupo e a elaboração rápida das versões de uso do produto. Objetiva a rapidez no desenvolvimento segundo etapas incrementais que permitem a validação do código escrito concomitantemente a adaptações do que é desenvolvido e definido continuamente entre o grupo (51, 48). Conforme o que já foi dito neste capítulo, vê-se que é uma metodologia bem adequada para os propósitos do trabalho desenvolvido neste projeto.

Entretanto, como visto (47, 50), os modelos podem—e devem—ser adaptados às necessidades do projeto, não constituindo modelos estanques de seguimento binário, “tudo ou nada”. Um aspecto não adotado da metodologia XP foi a programação em par (51), haja vista o envolvimento de apenas um indivíduo—o orientando—nas atividades de codificação do software. Adaptou-se a discussão de adaptação do software por um par de programadores para as discussões entre orientando e orientador, este um detentor maior do conhecimento da lógica do negócio, que não participou das atividades de codificação e supervisionou os conceitos aplicáveis ao programa.

Outras práticas XP se mostraram úteis: iterações pontuais e incrementais (51) conferiram maior segurança ao software disponibilizado e permitiu maior objetividade e rapidez nas discussões com o orientador. A ênfase na refatoração posterior do código também melhorou a qualidade do software e permitiu que os objetivos fossem alcançados em tempo hábil mesmo com a adaptação para suas exigências.

A inversão da descoberta sistemática de falhas mediante testes de validade, i.e., o desenvolvimento de testes antes das primeiras versões do software também conferiu maior segurança de validade ao produto desenvolvido e foi um dos aspectos mais importantes

adotados. Trata-se de uma prática não só XP mas agile como um todo (48).

4.4.3 Kit de desenvolvimento de software

A proposta do projeto pressupõe o uso de um ou mais conjuntos—*kits*—de desenvolvimento de software (“SDK”), que podem ser compreendidos como um conjunto de ferramentas para desenvolvimento que permite a criação de aplicativos para serem executados em plataforma de *hardware* ou sistema de computadores (52). Assim, os SDKs, portanto, geram programas para serem executados em algum sistema. Ademais, podemos denominar esses alvos de execução, genericamente, de “plataformas”, e assim doravante se fará.

SDKs podem ser classificados, dentre várias formas, em (53): i) nativos; e ii) multiplataforma.

Um SDK nativo fornece uma estrutura voltada singularmente para uma plataforma específica. Dentre suas vantagens, o produto final é mais parecido e adaptado à plataforma onde será executado, e, em geral, é mais fácil acessar as funções específicas de cada plataforma. Como desvantagens, pode-se anotar que, em regra, é preciso programar um software para cada plataforma, usando seus respectivos SDKs, implicando em custo adicional e maior tempo gasto na etapa de desenvolvimento do produto (53).

Por seu turno, um SDK multiplataforma possibilita que um software seja programado em relação a apenas um conjunto de ferramentas de desenvolvimento, mas com o software sendo executado em mais de uma plataforma. Assim, incorre-se em menos tempo e custos de desenvolvimento. Porém, em geral, é mais difícil se alcançar um resultado adaptado a cada uma das plataformas de execução (53). As limitações de um SDK multiplataforma são particularmente notáveis em plataformas móveis como Android™ e iOS™, devido às suas grandes diferenças, fazendo com que seja difícil—senão impossível—programar um software em um kit multiplataforma sem incorrer em sacrifícios (54). Ou seja, quanto mais específica a uma plataforma for a funcionalidade de um software, mais difícil será sua programação em um SDK multiplataforma, especialmente para esses dois sistemas (53).

Em geral, é recomendado (54) o uso de tais SDKs caso eles satisfaçam tanto as necessidades de desenvolvimento quanto as expectativas dos indivíduos que utilizarão o software.

O projeto possui, como condicionantes, o tempo e o custo. Além disso, suas funções não são particulares de uma ou outra plataforma de execução. Por conseguinte, optou-se por utilizar um SDK multiplataforma que abrangesse os sistemas Android™ e iOS™.

Após uma análise das ferramentas mais comuns e disponíveis, optou-se pelo kit de desenvolvimento de software Flutter. Ele suporta os dois sistemas pretendidos, foi desenvolvido por uma grande empresa de tecnologia que criou e supervisiona um desses sistemas, é de fácil aprendizagem, possui documentação livremente disponível na Internet

e, finalmente, tem grande popularidade e preferência (55, 56).

O software do projeto foi então desenvolvido com Flutter em sua versão 3.3.10, disponibilizada em 15 de dezembro de 2022.

4.4.4 Ambiente de desenvolvimento integrado

O ambiente de desenvolvimento integrado (“IDE”) é um software que provê funcionalidades conjuntas para que programadores desenvolvam outros softwares. A sua escolha é fortemente influenciada pelas preferências pessoais do programador, sendo necessário, para tanto, identificar quem utilizará e quais são suas necessidades, o que condicionará essa escolha (57).

O IDE integra diversas funções num único local para agilizar e facilitar o desenvolvimento. Em geral, as funcionalidades são um editor de texto—um editor de código—com funções mais específicas e avançadas (e.g., autocompletar), atalhos e automação para compilação, geração automática de código, detecção automática de falhas com sugestões de correção, bem como outras necessidades comuns (58).

Por possuir suporte a Flutter, e considerando a preferência do orientando, optou-se pelo IDE IntelliJ IDEA Community Edition.

5 Resultados

5.1 Estado da arte

Conforme delineado no item 4.2, foi realizada busca de estudos prévios que contemplassem ferramentas com objetivos similares.

Utilizando a ferramenta de busca PubMed®, foram encontrados 216 resultados. Desses, apenas um estudo (2) se referiu ao desenvolvimento de um software para a elaboração de estratégias de pesquisa, dentre outros objetivos listados no artigo original. Esse mesmo estudo foi recuperado mediante busca no EMBASE, a qual atingiu resultado final idêntico.

A ferramenta encontrada, entretanto, deve ser executada em computadores tradicionais, não sendo possível seu uso em dispositivos móveis. Além disso, o estudo menciona um endereço online onde o software deveria estar disponível, mas o recurso esteve desativado durante sucessivas tentativas de acesso de 08 de fevereiro a 08 de março de 2023, impossibilitando seu uso e, conseqüentemente, sua análise.

Em busca externa, foi encontrado um estudo (6) revisando opções de software para gerenciamento de revisões sistemáticas. Outros recursos online (7) em geral também foram buscados e analisados. Nenhuma das opções encontradas preenchia os objetivos listados para este trabalho, com frequentes limitações como custo elevado, conhecimento prévio de linguagens de programação, usabilidade precária, vinculação apenas ao PubMed®, indisponibilidade para smartphones e tablets, não adequação aos princípios de eHealth e mHealth da OMS (3), e mesmo produto indisponível (recurso offline), dentre vários outros obstáculos.

Frente ao exposto, considerando a ausência de software prévio disponível com objetivos parecidos, procedeu-se ao desenvolvimento de solução própria, conforme os objetivos previamente delineados desta pesquisa.

5.2 Software desenvolvido

O software desenvolvido neste estudo foi integrado na forma de um aplicativo móvel e recebeu o nome “*REQUEST*”, um acrônimo para o conceito “*REsearch QUery Strategies*”. Ele já se encontra disponível sob a forma de aplicativo para celulares e está publicado para uso na Google Play™ Store e Apple App Store®, os principais veículos de distribuição de aplicativos nos sistemas Android™ e iOS™, respectivamente.

O aplicativo REQUEST foi projetado para ser o mais consistente possível com as diretrizes visuais e de usabilidade das plataformas nas quais foi programado para ser

executado, i.e., Android™ e iOS™. Dessa forma, o aplicativo segue os principais protocolos para ambos os sistemas e atingiu um resultado que pode ser conferido no item 5.2.2. Além disso, ele foi pensado para ter apenas duas telas distintas, tornando seu uso simples, fácil e prático.

No momento, o aplicativo REQUEST se encontra publicado nas lojas Google Play™ Store e Apple App Store®, a custo módico, com registro no INPI, categoria “Programa de Computador”, sob número de registro BR512023001791-4.

5.2.1 Algoritmos principais

A descrição dos algoritmos implementados no software não é cabível aqui. Este estudo não se presta a explicar programação, e, além disso, comentar o código o explicando não é recomendado (52). Nesse sentido, cabe apenas descrever brevemente o que não é trivial e, principalmente, o motivo das decisões tomadas, por influenciar a sensibilidade e a precisão das estratégias de busca geradas.

Primeiramente, o código que representa os conceitos do MESH está orientado segundo os dados que podem ser obtidos em ferramenta disponível (59) nesse serviço. Por motivos que fogem ao escopo deste trabalho, o serviço é conhecido como “API RDF”, e doravante assim se denominará neste texto.

Alguns pontos definidos no item 3.2.2.2 serão retomados a partir deste momento.

O software abstrai, em modelos próprios, as ideias de Descritores e Termos, dois componentes do tesauro do MESH (29). Os Descritores e Termos são as principais formas de operandos utilizados no aplicativo REQUEST, fazendo parte da expressão que representa a estratégia de busca. Entretanto, o aplicativo, em sua versão disponível ao tempo de edição deste texto—versão 1.2.2—também permite incluir operandos correspondentes a *filtros* para revisões sistemáticas, metanálises, comparações indiretas, avaliação de tecnologias em saúde (apêndice C, página 73), ensaios clínicos controlados e randomizados, e ensaios clínicos controlados (apêndice D, página 75). Esses filtros estão livremente disponíveis no endereço virtual da CADTH (Agência Canadense para Drogas e Tecnologias em Saúde), uma instituição sem fins lucrativos canadense que disponibiliza filtros de pesquisa formalmente validados pela comunidade científica para esses respectivos tipos de estudo (60).

Impera lembrar também que cada estratégia de busca pode ser representada por *expressões booleanas*. A expressão, por seu turno, é formada por um conjunto de itens, os quais podem ser ou *operandos* ou *operadores* (61). No software, os operadores podem ser ou *binários* (*and* e *or*) ou *unários* (*not*), seguindo a conceitualização comum das estratégias de busca em pesquisas de repositórios de estudos médicos. Igualmente, grupos de pelo menos dois operandos e um operador podem estar em distintas posições de *ordem de prioridade*. Grupos de maior ordem de prioridade são avaliados primeiro pelas ferramentas de busca de repositórios de estudos, cabendo ao software a correta compreensão da

posição dos parênteses que representam a ordem de prioridade nas estratégias de busca finalizadas. Essa descrição é apenas um resumo da ideia geral da lógica adotada no aplicativo, porquanto muitas regras específicas foram implementadas para assegurar o correto funcionamento desses itens em todas as situações submetidas a uso no programa.

Cabe explicar também que o tratamento das expressões remonta aos algoritmos de análise de expressões algébricas. O software utiliza um modelo personalizado de tratamento para as várias funções e condições exigidas durante a manipulação da estratégia de busca através da interface visual, pois alguns algoritmos tiveram sua aplicação mais apropriada a depender de qual função se pretendia realizar dentro do programa REQUEST. Nesse sentido, serviram de fonte ou inspiração, para o código, os algoritmos Shunting Yard de Edsger Dijkstra (62), notação polonesa—e a variante reversa—de Jan Łukasiewicz (63), e os diversos tratamentos para ordem de precedência.

Esse acervo literário de algoritmos, obtido após pesquisa extensiva, se mostrou útil, especialmente, nas detecções de quais operadores e operandos poderiam ter sua precedência alterada, uma função bastante proeminente no software, e para converter as estratégias editadas no REQUEST em expressões de estratégias de busca para os diferentes repositórios de dados. Por outro lado, alguns algoritmos de muito fácil implementação, a exemplo do conhecido tratamento de ordem de precedência do compilador FORTRAN I (64), não se mostraram adequados por sofrerem limitações quanto aos parênteses criados na tradução para expressões de estratégia de busca, ainda que os algoritmos mencionados gerassem resultados surpreendentemente corretos (65). Para realizar tal tradução, portanto, optou-se por um algoritmo próprio desenvolvido pelo autor para esse fim.

O software utiliza a API RDF para buscar descritores e termos e os adicionar à expressão da estratégia de busca formulada. A construção das estratégias de busca é possível mediante manipulação das formas de grafia, juntamente com operadores, modificadores de operandos e a compreensão das ordens de prioridade dos elementos da expressão.

5.2.2 Demonstração e usabilidade

Conforme definido no item 4.4.1.2, página 39, critérios padronizados de usabilidade em interfaces digitais (46) foram adotados. Assim, o aplicativo adotou apenas duas telas, um botão de ação principal para cada tela, uso mínimo e significativo de cores e textos, mensagens de texto curtas e em linguagem natural fácil, e componentes de interface padronizados do SDK Flutter, tudo objetivando fornecer um aplicativo móvel de aparência familiar e uso rápido e fácil.

A tradução dos princípios de usabilidade, já mencionados, para o desenvolvimento concreto de uma interface utilizando o SDK Flutter é possível mediante aderência a princípios de design elencados pelos próprios autores das ferramentas de desenvolvimento. Nesse sentido, buscou-se seguir os princípios de “Material Design” implementados pelo Flutter (66).

Não cabe a este estudo realizar a validação dos critérios do design adotado. Primeiro porque o reuso dos elementos padronizados do Flutter permite que o aplicativo se beneficie de eventuais processos de validação de usabilidade concreta realizados pelos autores do SDK. Segundo, porque o reuso, por si só, melhora o padrão de usabilidade na medida em que permite manter a consistência e usar a memória muscular do usuário, devido à familiaridade com o restante do sistema digital em que o aplicativo está sendo executado. Para mais detalhes, conferir o item 4.4.1.2.

A tela principal do aplicativo REQUEST contém a lista de estratégias de busca criadas. Nela, estão presentes dois elementos interativos: uma lista de estratégias de busca já armazenadas no aplicativo e um botão, no canto inferior direito, para criar uma nova estratégia de busca.

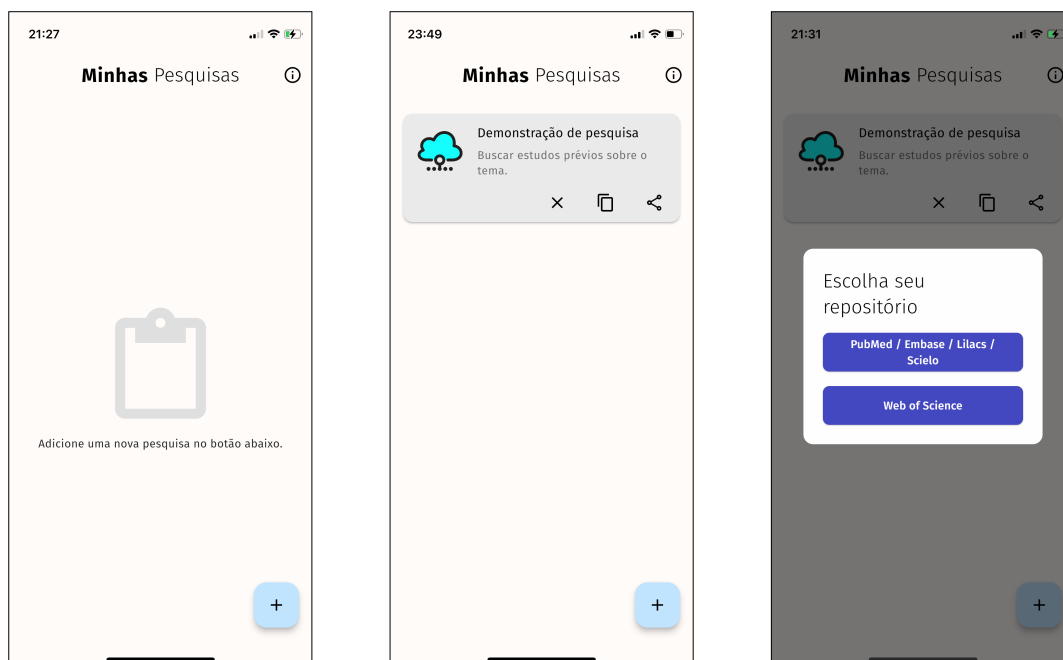


Figura 1 – Tela inicial do aplicativo REQUEST. Botão de criar estratégia é mostrado de forma proeminente no canto inferior direito. À esquerda, a dica visual para adicionar nova estratégia de busca quando não há nenhuma ainda. No meio, captura de tela mostrando a lista de estratégias de busca quando o utilizador já criou pelo menos uma. Cada estratégia permite editar, além dos botões de excluir, duplicar e compartilhar a estratégia de busca. À direita, as opções de repositórios mostradas quando se deseja compartilhar uma expressão de estratégia de busca no formato específico de algum repositório de dados.

Quando não há nenhuma estratégia de busca armazenada, o aplicativo mostra uma dica visual para direcionar o utilizador para o botão de criar uma nova estratégia de busca. Como esse botão é a ação principal da tela, ele tem posição flutuante de destaque, em conformidade com recomendações de usabilidade atuais.

Caso haja, ao menos, uma estratégia de busca armazenada, uma lista contendo todas as estratégias é mostrada. Cada uma, nessa lista, permite quatro funções distintas:

ativar a tela de edição da estratégia de busca, e mais três funções, representadas em botões de excluir, duplicar e compartilhar. Esta última opção—compartilhar—constitui, via de regra, a etapa final no uso típico do aplicativo.

A tela principal do aplicativo pode ser vista na Figura 1.

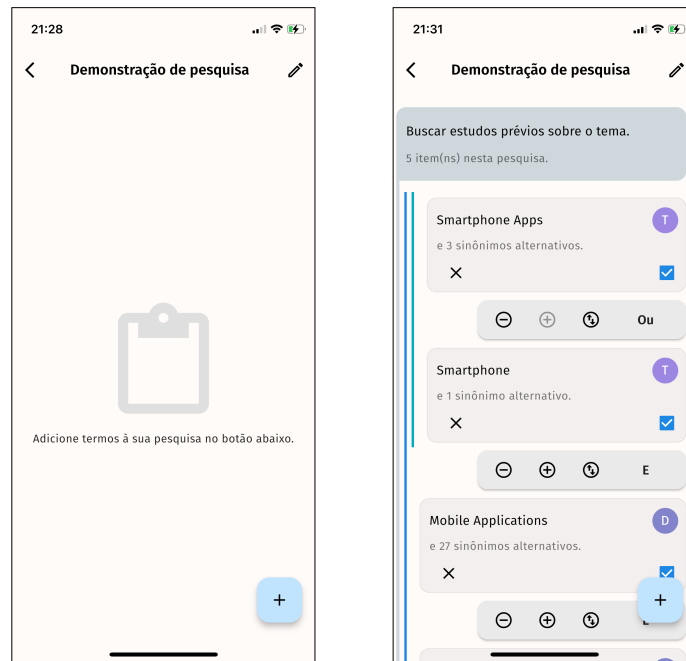


Figura 2 – Tela de edição de estratégias de busca do aplicativo REQUEST. Botão de adicionar um item é mostrado de forma proeminente no canto inferior direito. À esquerda, mostrando a dica visual para adicionar novo item quando a estratégia de busca está vazia. À direita, captura de tela mostrando a lista de itens. Cada operando pode sofrer ação do operador unário *not* (caixa de seleção) e possui uma dica visual, em forma de círculo colorido, mostrando se ele é um descritor, um termo ou um filtro pré-montado. Cada operador possui funções de precedência, inversão de operandos e alternância de operadores. Há, também, botão de editar identificação no canto superior direito.

A segunda tela permite editar a estratégia de busca. Nela, estão presentes dois elementos principais: um botão, em forma de lápis, para editar a identificação, e uma lista de itens que compõem a estratégia de busca. Essa lista equivale a uma expressão booleana e mostra os operadores binários e os operandos, com várias funções para cada item, numa representação visual aprazível.

Cada operando pode ser um item do MESH—descritor ou termo—ou um filtro pré-montado, suportando o operador unário de negação do item, que pode ser ativado desmarcando uma caixa de seleção. No mais, cada operando mostra, também, uma breve descrição sua.

Cada operador binário, por seu turno, suporta as ações de aumentar e diminuir precedência, inverter seus operandos e alternar entre operadores (no caso, entre *and* e *ou*).

Quando ainda não há nenhum item na estratégia de busca, o aplicativo mostra uma



Figura 3 – Aplicativo REQUEST. Painel flutuante de edição da identificação da estratégia de busca, ativado por botão no canto superior direito da tela de edição.

dica visual direcionando o utilizador para o botão de adicionar um novo item, mostrado de forma proeminente.

Uma amostra visual da tela de edição pode ser vista na Figura 2.

Ao selecionar o botão de editar a identificação da estratégia de busca, um painel flutuante aparece, permitindo definir o título, uma descrição e um ícone visual (Figura 3).

O aplicativo pergunta se ou o utilizador deseja adicionar um descritor—ou termo—do MESH ou adicionar um filtro pré-montado (Figura 4), ao selecionar a opção de adicionar novo item.

5.3 Uso de caso

Como visto no item 3.2.2.2, página 29 e seguintes, o desempenho de uma estratégia de busca pode ser avaliado segundo sua sensibilidade e precisão (1). Neste item, mostramos, como mera exemplificação, o desempenho de uma—01—estratégia de busca obtida com o uso do programa REQUEST.

Simulou-se uma pesquisa com resposta à pergunta: “*o smartwatch Apple Watch consegue medir acuradamente o intervalo QT, quando comparado a um aparelho de eletrocardiograma padrão de 12 derivações?*”. Essa pergunta constou de um trabalho aprovado e apresentado em congresso regional de cardiologia pelo autor deste trabalho.

A comparação será feita com duas outras abordagens: uma *naive*, em que o pesquisador pesquisa sem utilizar palavras-chave adequadas para a ferramenta de busca, e uma *manual*, em que a pesquisa ocorre por pesquisa manual no endereço online do MESH.

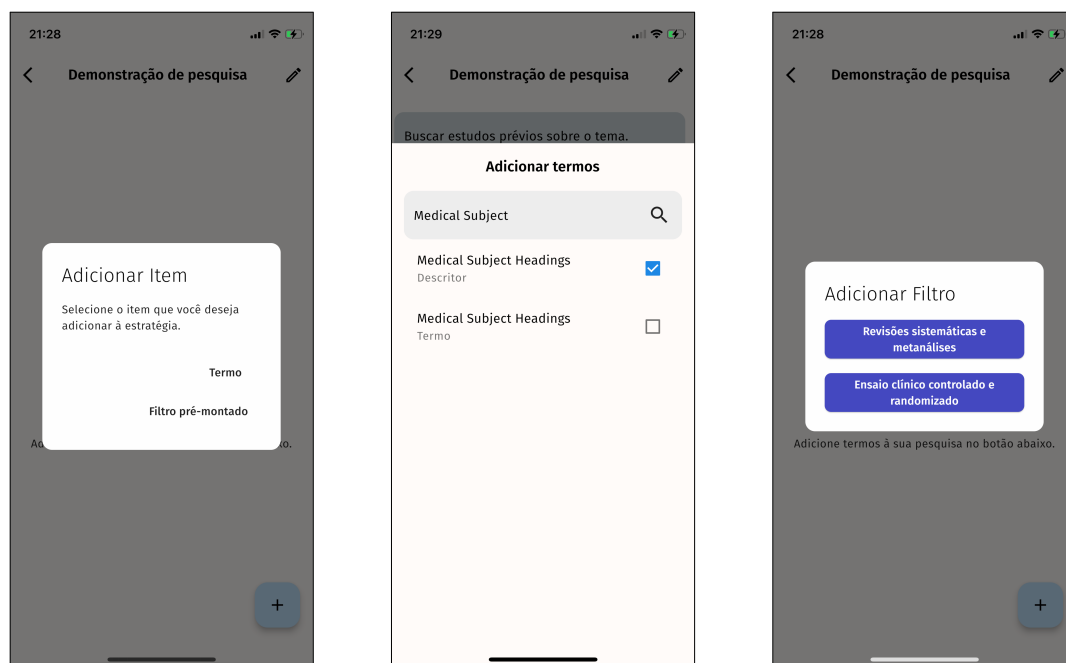


Figura 4 – Aplicativo REQUEST. Ao adicionar novo item, o aplicativo pergunta se deseja adicionar ou um item normal do MESH ou um filtro pré-montado (à esquerda). Caso seja selecionada a opção de item normal, um painel de consulta da base MESH é mostrado (no meio). Entretanto, caso seja selecionada a opção de filtro pré-montado, o aplicativo ainda pergunta que tipo de filtro pré-montado deve ser incluído (à direita).

Numa primeira abordagem, o pesquisador poderia buscar no PubMed® da seguinte forma: (“*smartwatch*” or “*Apple Watch*”) and “*QT interval*”. Tal estratégia retorna 6 resultados ao tempo de edição deste texto.

Na segunda, o pesquisador buscaria no site do MESH, encontrando os descritores do vocábulo controlado “wearable electronic devices”. Seria possível criar manualmente uma lista dos 12 sinônimos disponíveis, unidos por disjunções, e os controles para os demais temas de interesse. Tal estratégia completa criada manualmente pode ser vista no apêndice B. Apesar de equivalente, trata-se de uma tarefa repetitiva, tediosa e, portanto, dada a erros de edição manual como troca de ordem de parênteses. Comparada à primeira abordagem, entretanto, possui maior sensibilidade: 38 resultados.

Comparado com a primeira abordagem, tal estratégia de busca recupera estudos adequados também para a realização de busca de listas de referências, como, por exemplo, o de número PMID 37103054 (67), que discorre sobre o tema e traz um apanhado literário sobre o assunto, com uma extensa lista de referências úteis para a pergunta. Esse estudo não é recuperado pela abordagem naïve.

Utilizando o aplicativo, o pesquisador obtém os mesmos 12 sinônimos, ajustados automaticamente, com os 38 resultados, podendo editar sem a necessidade de refazer toda a estratégia. Além disso, pode exportar para outras bases de dados automaticamente, sem a necessidade de edição manual para adaptar a estratégia para cada indexador de estudos.

Portanto, há uma possibilidade do aplicativo poder proporcionar um aprimoramento às atividades de pesquisa. Como visto no item 4.4.1, página 39, esse aprimoramento pode ser formalmente avaliado em termos de eficácia, eficiência e satisfação do aplicativo. Possíveis direções para uma avaliação formal desses pontos é explorada em maiores detalhes no item 5.4.2, mais adiante.

5.4 Limitações, pendências e direcionamentos futuros

Como visto nos itens antecedentes, o aplicativo não somente traduz o sistema MESH para uma interface visual mais amigável, de modo a gerar várias expressões de estratégias de busca em pesquisas de artigos científicos, como traz, também, algumas funcionalidades adicionais que ampliam o domínio do pesquisador. Em particular, deve-se frisar os filtros pré-montados. Entretanto, algumas pendências importantes subsistem e merecem discussão, que será feita neste item.

5.4.1 Funções pendentes

Algumas funções úteis ainda não estão contempladas no software, ainda que estejam previstas para suas versões futuras.

5.4.1.1 Tag modificadora

A primeira dessas funções é a *tag modificadora*, ou seja, implementação de suporte a modificadores em expressões de estratégias de busca.

Para implementar essa função, dois passos são necessários: ler a especificação para cada tag em todos os repositórios suportados pelo REQUEST e, depois, codificar tal especificação.

A primeira etapa demanda mais tempo. Essa funcionalidade ainda não foi implementada porque cada repositório de dados possui sua própria especificação de tags modificadoras, e isso exigiria mapear todas as tags em comum para os vários repositórios suportados pelo software, realizando a tradução automática para todos eles. Para as tags sem correspondência universal, isso também implicaria em estratégias de busca que não poderiam ser traduzidas com total correspondência semântica para todos os repositórios, e, certamente, seria oportuno alertar o pesquisador visualmente em tais circunstâncias para que tais questões estejam refletidas no texto final do seu estudo.

A segunda etapa, entretanto, é rápida, porquanto o código já foi concebido com a modularidade e adaptabilidade como princípios, facilitando a implementação de novas funções.

5.4.1.2 Vocabulário não controlado

A segunda função prevista para implementação é permitir operandos definidos pelo próprio pesquisador, isto é, implementar *operandos de vocabulário não controlado*. Tal função demanda apenas a etapa de codificação, e, pelo mesmo motivo, deve ser de implementação bem mais rápida que a função anterior prevista.

5.4.1.3 Suporte ao CENTRAL

Uma terceira função, certamente a mais urgente, é o *suporte à base de dados CENTRAL*. Tal limitação existe porque o formato das expressões de estratégia de busca do repositório é distinto do dos demais, o que exigirá maior esforço na adaptação. Novamente, não consiste numa limitação do código, que é modular, mas sim na definição completa da especificação da ferramenta de busca do CENTRAL. Como o software foi desenvolvido como um esforço de pesquisa aplicada para demonstrar essa viabilidade, o suporte a essa base de dados foi deixada para a próxima atualização de versão menor.

5.4.1.4 Suporte direto ao EMBASE e Emtree

Uma quarta função consiste em adicionar *suporte direto ao EMBASE e Emtree*. No momento, a expressão booleana para o PubMed® da estratégia de busca gerada pode ser utilizada no EMBASE mediante uso da opção de tradução automática de termos do MESH em termos Emtree, função presente na busca avançada do EMBASE. Porém, na medida em que o suporte a tags seja adicionado, e sendo os modificadores específicos para cada ferramenta, aproveitar-se-á essa etapa para analisar a implementação do Emtree.

A implementação do suporte ao Emtree pode ser feita diretamente ou por tradução automática. Como a função do aplicativo é reduzir a complexidade para o pesquisador durante a elaboração da estratégia, o pensamento inicial é manter a possibilidade de tradução automática, seja internamente no próprio software, seja mantendo a dependência da opção na busca avançada. Já o suporte às tags do Emtree merece avaliação criteriosa que nos impede de tecer considerações neste momento.

5.4.1.5 Suporte ao DECS

Uma quinta função é o *suporte ao DECS*. A implementação é mais fácil devido à modularidade do software, mas depende de requisição formal à BVS, com envio manual de documentação extensa, para obtenção dos arquivos de tradução do tesouro, haja vista o serviço não disponibilizar seus itens via API livre pela Internet, como o faz o MESH.

Como visto, a modularidade do código constitui uma vantagem do software desenvolvido e tornará fácil a implementação de muitas funções nas próximas atualizações do aplicativo.

5.4.2 Validação

Conforme a norma ISO 9241, a usabilidade é definida como a “medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (43).

A eficácia, para um aplicativo que se preste a buscar resultados de artigos, é a capacidade do aplicativo de gerar expressões de estratégia de busca capazes de recuperar estudos com *sensibilidade* e *precisão* igual ou superior ao que os usuários—tais como definidos no item 4.4.1.3—conseguiriam, se criassem as estratégias de busca sem o aplicativo, consultando manualmente os descritores e termos no *website* do MESH.

A eficiência foi definida como a capacidade de criar as estratégias e exportá-las para as ferramentas de busca de repositórios de estudos num *tempo* menor do que o que seria gasto por usuários sem o auxílio do aplicativo.

A satisfação é a dimensão pela qual os usuários estão *livres de desconforto* em relação ao uso do produto.

A verificação desses três aspectos do aplicativo exige objetivos, tempo e metodologia bastante distintos dos desta pesquisa. Por conseguinte, incluir a validação, nesta etapa, elevaria sobremaneira a complexidade do projeto, emaranharia propósitos distintos num único corpo de pesquisa, e dividiria esforços, removendo, portanto, a elegância tanto do que está sendo apresentado quanto da própria atividade de validação, que perderia um projeto exclusivamente a ela dedicado.

Nesse sentido, este trabalho se voltou para a elaboração da ferramenta. Um novo projeto ulterior deverá validá-la conforme objetivos e metodologia especificamente voltados para esse fim.

Em que pese tal decisão, algumas ideias podem ser sugeridas desde já. Compreende-se que, inicialmente, um rol de experts avaliadores poderia ser selecionado, utilizando um sistema como, por exemplo, o de Fehring (68). Realizada a seleção, os experts forneceriam alguma pesquisa prévia de sua autoria e utilizariam o aplicativo para refazer a busca. Os resultados de cada um seriam comparados pela sensibilidade e precisão, conforme julgamento de pertinência, pelos demais avaliadores, dos estudos recuperados.

A análise de eficiência poderia ser feita mediante execução de duas tarefas típicas pelos experts: a) *elaboração* de uma estratégia de pesquisa conforme duas definições PICO padronizadas, definidas previamente, e de tamanho e complexidade iguais, uma de elaboração manual e outra com sua elaboração realizada com auxílio do aplicativo; e b) *edição* de estratégias de busca, também de uma estratégia previamente determinada, manualmente e com auxílio do aplicativo. Os tempos gastos, nessas duas operações, seriam então analisados estatisticamente.

Por fim, a satisfação poderia ser bem avaliada segundo uma escala Likert (69) respondida pelos experts.

As propostas acima constituem sugestões preliminares para a metodologia do pro-

jeto de pesquisa subsequente, elaborado exclusivamente para executar o processo de validação do aplicativo REQUESt.

O projeto subsequente não precisará, entretanto, validar todos os aspectos apresentados pelo aplicativo. Uma das funções presentes é o conjunto dos filtros pré-montados para revisões sistemáticas, metanálises, avaliação de tecnologias em saúde, comparações indiretas, ensaios clínicos controlados e randomizados, e ensaios clínicos controlados. Trata-se de filtros já validados segundo métodos formais em outros estudos (60), para os quais referimos quanto às análises de sensibilidade e precisão dos filtros.

Como se viu, apesar da extensão deste projeto, com a elaboração e finalização da ferramenta, muitos aspectos do que foi elaborado ainda podem ser explorados e aperfeiçoados.

6 Conclusão

O uso de ferramentas adequadas nas diversas etapas de elaboração de um estudo permite automatizar trabalhos repetitivos e tediosos, reduzir a quantidade de vieses e assegurar a repetibilidade dos achados. Uma das formas de se atingir esses objetivos é automatizando o processamento dos dados e a criação de estratégias de busca, o que pode conferir também maior eficiência e celeridade a esse processo.

Com o objetivo de auxiliar a criação de estratégias de busca robustas, foi criada a ferramenta REQUEST. Esse aplicativo permite localizar descritores MESH e elaborar estratégias de busca complexas de maior sensibilidade e precisão, evitando, portanto, trabalhos adicionais desnecessários. Trata-se de aplicativo intuitivo, numa interface amigável.

O aplicativo se encontra publicado nas lojas Google Play™ Store e Apple App Store®, a custo módico, com registro no INPI, categoria “Programa de Computador”, sob número de registro BR512023001791-4. Ainda que hajam limitações conhecidas e já discutidas, espera-se que esse programa, eventualmente, possa facilitar o processo de trabalho das equipes de pesquisa, contribuindo para agilizar sua rotina e conferir maior robustez aos dados revelados pelos estudos encontrados. Numa perspectiva mais ampla, que os frutos desta pesquisa aplicada possam contribuir para tornar mais fácil e acessível o processo de elaboração da pesquisa científica.

Referências

- 1 SALVADOR-OLIVÁN, J. A.; MARCO-CUENCA, G.; ARQUERO-AVILÉS, R. Errors in search strategies used in systematic reviews and their effects on information retrieval. *Journal of the Medical Library Association*, University Library System, University of Pittsburgh, v. 107, n. 2, abr. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5195/jmla.2019.567>>.
- 2 DING, J. et al. PubMed assistant: a biologist-friendly interface for enhanced PubMed search. *Bioinformatics*, v. 22, n. 3, p. 378–380, 2006.
- 3 World Health Organization. *EB139/8. mHealth: use of mobile wireless technologies for public health*. [S.l.], 2016.
- 4 ROWLAND, S. P. et al. What is the clinical value of mHealth for patients? *npj Digital Medicine*, Springer Science and Business Media LLC, v. 3, n. 1, jan. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41746-019-0206-x>>.
- 5 ZAYAS-CABÁN, T.; HAQUE, S. N.; KEMPER, N. Identifying opportunities for workflow automation in health care: Lessons learned from other industries. *Applied Clinical Informatics*, Georg Thieme Verlag KG, v. 12, n. 03, p. 686–697, maio 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1055/s-0041-1731744>>.
- 6 KOHL, C. et al. Online tools supporting the conduct and reporting of systematic reviews and systematic maps: a case study on CADIMA and review of existing tools. *Environmental Evidence*, Springer Science and Business Media LLC, v. 7, n. 1, fev. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13750-018-0115-5>>.
- 7 MARSHALL, C.; SUTTON, A. *Systematic Review Toolbox*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<http://systematicreviewtools.com/software.php>>.
- 8 COVIDENCE. *Covidence*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://www.covidence.org/about-us-covidence/>>.
- 9 GUYATT, G. H. *Users' guides to the medical literature: A manual for evidence-based clinical practice*. 3. ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2014.
- 10 FLETCHER, R.; FLETCHER, S.; FLETCHER, G. *Clinical Epidemiology: the essentials*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
- 11 ALMEIDA-FILHO, N.; BARRETO, M. *Epidemiologia & Saúde — Fundamentos, Métodos, Aplicações*. Rio de Janeiro: Guanabara — Koogan, 2011.
- 12 SACKETT, D. L. et al. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*, v. 312, n. 7023, p. 71–72, 1996.
- 13 CLEARY, M.; HUNT, G. E.; HORSFALL, J. Conducting efficient literature searches. *J. Psychosoc. Nurs. Ment. Health Serv.*, v. 47, n. 11, p. 34–41, 2009.
- 14 STRAUS, S. et al. *Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EBM*. Edinburgh: Elsevier, 2019.

- 15 DJULBEGOVIC, B.; GUYATT, G. H. Progress in evidence-based medicine: a quarter century on. *Lancet*, v. 390, n. 10092, p. 415–423, 2017.
- 16 CHALMERS, I.; HEDGES, L. V.; COOPER, H. A brief history of research synthesis. *Eval. Health Prof.*, v. 25, n. 1, p. 12–37, 2002.
- 17 ATALLAH, A. Avaliações tecnológicas baseadas em evidências para a saúde do sistema único de saúde e de todos. *Diagnóstico & Tratamento*, p. 3–4, 2009.
- 18 STARR, M. et al. The origins, evolution, and future of the Cochrane database of systematic reviews. *Int. J. Technol. Assess. Health Care*, v. 25 Suppl 1, n. S1, p. 182–195, 2009.
- 19 URQUHART, C.; CURRELL, R. Systematic reviews and meta-analysis of health IT. *Stud. Health Technol. Inform.*, v. 222, p. 262–274, 2016.
- 20 AKOBENG, A. K. Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Arch. Dis. Child.*, v. 90, n. 8, p. 845–848, 2005.
- 21 HIGGINS, J. et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 6 updated 2019*. Chichester: John Wiley & Sons, 2019.
- 22 World Health Organization. *WHO handbook for guideline development*. 2. ed. Genève, Switzerland: World Health Organization, 2014.
- 23 Brasil. Ministério da Saúde. *Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- 24 SANTOS, C.; PIMENTA, C.; NOBRE, M. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev. Latino-Am Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 15, n. 3, p. 508–511, 2007.
- 25 OCONNOR, A. et al. Writing the review protocol, formulating the question and searching the literature. *Zoonoses and Public Health*, v. 61, p. 228–238, 2014.
- 26 LOPES, I. L. Estratégia de busca na recuperação da informação: revisão da literatura. *Ciênc. Inf.*, v. 31, n. 2, p. 60–71, 2002.
- 27 PUBMED. *MEDLINE, PubMed, and PMC (PubMed Central): How are they different?* [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://www.nlm.nih.gov/bsd/difference.html>>.
- 28 SALUD, B. *Sobre o DeCS/MeSH*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://decs.bvsalud.org/sobre-o-decs/>>.
- 29 PUBMED. *PubMed User Guide*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/help/>>.
- 30 BUCKLAND, M.; GEY, F. The relationship between recall and precision. *Journal of the American society for information science*, Wiley Online Library, v. 45, n. 1, p. 12–19, 1994.
- 31 ROWLEY, J. *A Biblioteca Eletrônica*. Brasília: Briquet de Lemos, 2002.

- 32 MARTZOUKOU, K. A review of web information seeking research: considerations of method and foci of interest. *Information research*, p. 1–19, 2005.
- 33 WEBSTER, J.; WATSON, R. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *MIS Quarterly & The Society for Information Management*, p. 13–23, 2002.
- 34 MERILAMPI, S.; SIRKKA, A. *Introduction to Smart eHealth and eCare Technologies*. Baton Rouge: CRC Press, 2017.
- 35 DENSEN, P. Challenges and opportunities facing medical education. *Trans. Am. Clin. Climatol. Assoc.*, v. 122, p. 48–58, 2011.
- 36 FIRTMAN, M. *Programming the Mobile Web*. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2010.
- 37 FIRTMAN, M. *Programming the Mobile Web*. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2012.
- 38 GIBBS, S. Mobile web browsing overtakes desktop for the first time. *The Guardian*, 2016.
- 39 StatCounter. *Mobile Operating System Market Share Worldwide. February 2023*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>>.
- 40 POLIT, D. F.; BECK, C. T. *Fundamentos de pesquisa em enfermagem*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- 41 BASKERVILLE, R. Risk analysis as a source of professional knowledge. *Comput. Secur.*, v. 10, n. 8, p. 749–764, 1991.
- 42 BAIMYRZAEVA, M. *Beginner's guide for applied research process: what it is, and why and how to do it?* Bishkek: University of Central Asia, 2018.
- 43 Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR 9241-11: Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com Computadores. Parte 11: Orientações sobre Usabilidade*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- 44 ISAZADEH, A.; IZADKHAH, H.; ELGEDAWY, I. Software quality attributes and modularization. In: _____. *Source Code Modularization: Theory and Techniques*. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 217–255. ISBN 978-3-319-63346-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-63346-6_7>.
- 45 ELSEVIER. *What field codes can I use in Embase?* [S.l.], 2023. Disponível em: <https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/17331/p/10882/supporthub/embase/related/1/>.
- 46 NIELSEN, J. *Usability Engineering*. 1. ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 1993.
- 47 VIJAYASARATHY, L. R.; BUTLER, C. W. Choice of software development methodologies: Do organizational, project, and team characteristics matter? *IEEE Software*, v. 33, n. 5, p. 86–94, 2016.
- 48 DESPA, M. L. Comparative study on software development methodologies. *Database Systems Journal*, v. 5, n. 3, p. 37–56, 2014.

- 49 FLORA, H. A systematic study on agile software development methodologies and practices. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, v. 5, p. 3626–3637, 01 2014.
- 50 GILL, A. Q.; HENDERSON-SELLERS, B.; NIAZI, M. Scaling for agility: A reference model for hybrid traditional-agile software development methodologies. *Inf. Syst. Front.*, v. 20, n. 2, p. 315–341, 2018.
- 51 BECK, K.; ANDRES, C. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. 2. ed. Boston: Addison-Wesley, 2004.
- 52 KERNIGHAN, B. W.; PLAUGER, P. J. *The Elements of Programming Style*. New York: McGraw-Hill, 1974.
- 53 HEITKÖTTER, H.; HANSCHKE, S.; MAJCHRZAK, T. A. Evaluating cross-platform development approaches for mobile applications. In: *Lecture Notes in Business Information Processing*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. p. 120–138.
- 54 OHRT, J.; TURAU, V. Cross-platform development tools for smartphone applications. *Computer*, Long Beach, v. 45, n. 9, p. 72–79, 2012.
- 55 WINDMILL, E. *Flutter in Action*. New York: Manning Publications, 2020.
- 56 Stack Overflow. *Stack Overflow developer survey 2021*. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#technology-most-loved-dreaded-and-wanted>>.
- 57 DUJMOVIĆ, J. J.; NAGASHIMA, H. LSP method and its use for evaluation of Java IDEs. *International journal of approximate reasoning*, Elsevier, v. 41, n. 1, p. 3–22, 2006.
- 58 MUŞLU, K. et al. Speculative analysis of integrated development environment recommendations. *SIGPLAN Not.*, v. 47, n. 10, p. 669–682, 2012.
- 59 U.S. National Library of Medicine. *Medical Subject Headings RDF*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://id.nlm.nih.gov/mesh/lookup>>.
- 60 CADTH Search Filters Database. Ottawa: CADTH, 2022. Disponível em: <<https://searchfilters.cadth.ca/>>.
- 61 GRIES, D.; SCHNEIDER, F. B. *A logical approach to discrete mathematics*. 3. ed. Berlin: Springer, 1993.
- 62 DIJKSTRA, E. Algol 60 translation : An algol 60 translator for the x1 and making a translator for algol 60. *Algol Bulletin Supplement* n. 30. 1961.
- 63 HAMBLIN, C. L. Translation to and from polish notation. *Comput. J.*, v. 5, n. 3, p. 210–213, 1962.
- 64 PADUA, D. The FORTRAN I compiler. *Comput. Sci. Eng.*, v. 2, n. 1, p. 70–75, 2000.
- 65 KNUTH, D. E. Invited papers: History of writing compilers. In: *Proceedings of the 1962 ACM national conference on Digest of technical papers*. New York: ACM Press, 1962.

-
- 66 Google LLC. *Material Design*. [S.l.], 2023. Disponível em: <<https://m3.material.io/develop/flutter>>.
- 67 MARTÍNEZ-SELLÉS, M.; MARINA-BREYSSE, M. Current and future use of artificial intelligence in electrocardiography. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, MDPI AG, v. 10, n. 4, p. 175, abr. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/jcdd10040175>>.
- 68 FEHRING, R. J. Methods to validate nursing diagnoses. *Heart Lung*, v. 16, n. 6 Pt 1, p. 625–629, Nov 1987.
- 69 LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, v. 140, p. 1–55, 1932.

Apêndices

APÊNDICE A – Estratégia de busca 1

Conforme delimitado no item 2, página 23, a elaboração do software foi condicionada à inexistência de algum outro prévio disponível e com objetivo similar. Para determinar se havia algum software prévio disponível, realizou-se revisão na literatura, cuja expressão de estratégia de busca pode ser vista abaixo. Este apêndice complementa a discussão metodológica do item 4.2, página 37.

1. "Software"[ti] OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("applications"[ti] AND "Software"[ti] AND "computer"[ti])) OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("applications"[ti] AND "softwares"[ti] AND "computer"[ti])) OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("computer"[ti] AND "applications"[ti] AND "softwares"[ti])) OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("Software"[ti] AND "computer"[ti] AND "applications"[ti])) OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("softwares"[ti] AND "computer"[ti] AND "applications"[ti])) OR "Computer Applications Software"[ti] OR ("Computer Program"[ti] OR "program computer"[ti] OR "programs computer"[ti] OR "Computer Programs"[ti]) OR "Computer Programs and Programming"[ti] OR ("software computer"[ti] OR "Computer Software"[ti]) OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("application"[ti] AND "computer"[ti] AND "Software"[ti]) OR "applications computer software"[ti] OR "Computer Software Application"[ti] OR "software application computer"[ti] OR "software applications computer"[ti] OR "Computer Software Applications"[ti]) OR ("Open Source Softwares"[ti] OR "software open source"[ti] OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("softwares"[ti] AND "open"[ti] AND "source"[ti])) OR "source software open"[ti] OR ("Software"[MeSH Terms] OR "Software"[ti] OR ("source"[ti] AND "softwares"[ti] AND "open"[ti])) OR "Open Source Software"[ti]) OR ("engineering software"[ti] OR "Software Engineering"[ti]) OR ("Software Tool"[ti] OR "tool software"[ti] OR "tools software"[ti] OR "Software Tools"[ti]) OR ("application mobile"[ti] OR "applications mobile"[ti] OR "Mobile Application"[ti] OR "Mobile Applications"[ti] OR ("app mobile"[ti] OR "apps mobile"[ti] OR "Mobile App"[ti] OR "Mobile Apps"[ti]) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti])

- OR ("app"[ti] AND "portable"[ti] AND "electronic"[ti]) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("electronic"[ti] AND "app"[ti] AND "portable"[ti])) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("portable"[ti] AND "electronic"[ti] AND "app"[ti])) OR "Portable Electronic Apps"[ti]) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("application"[ti] AND "portable"[ti] AND "electronic"[ti]) OR "electronic application portable"[ti] OR "Portable Electronic Application"[ti] OR "Portable Electronic Applications"[ti]) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("app"[ti] AND "portable"[ti] AND "Software"[ti]) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("portable"[ti] AND "Software"[ti] AND "app"[ti])) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("Software"[ti] AND "app"[ti] AND "portable"[ti])) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("portable"[ti] AND "Software"[ti] AND "apps"[ti])) OR ("application portable software"[ti] OR "Portable Software Application"[ti] OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("Software"[ti] AND "application"[ti] AND "portable"[ti])) OR ("Mobile Applications"[MeSH Terms] OR ("mobile"[ti] AND "applications"[ti]) OR "Mobile Applications"[ti] OR ("portable"[ti] AND "Software"[ti] AND "applications"[ti])) OR ("app smartphone"[ti] OR "apps smartphone"[ti] OR "Smartphone App"[ti] OR "Smartphone Apps"[ti]))
2. "Medical Subject Heading"[ti] OR ("Medical Subject Headings"[MeSH Terms] OR ("medical"[ti] AND "subject"[ti] AND "headings"[ti]) OR "Medical Subject Headings"[ti] OR ("subject"[ti] AND "heading"[ti] AND "medical"[ti])) OR "subject headings medical"[ti] OR "Medical Subject Headings"[ti] OR "MeSH Headings"[ti] OR "MeSH"[ti]
3. #1 AND #2

APÊNDICE B – Estratégia de busca 2

Expressão de estratégia de busca de estudo prévio aprovado e apresentado pelo autor deste projeto em congresso regional. Este apêndice complementa a discussão do item 5.3, página 52.

1. ("Device, Wearable Electronic" or "Devices, Wearable Electronic" or "Electronic Device, Wearable" or "Electronic Devices, Wearable" or "Wearable Electronic Device" or "Wearable Electronic Devices" or "Skin, Electronic" or "Electronic Skin" or "Device, Wearable" or "Devices, Wearable" or "Wearable Device" or "Wearable Devices" or "Technologies, Wearable" or "Technology, Wearable" or "Wearable Technologies" or "Wearable Technology" or smartwatch or smartwatches or "Apple Watch") and ("QT interval" or "QT interval prolongation" or "QT prolongation" or QT).

APÊNDICE C – Filtro pré-pronto 1

Filtro de pesquisa para revisões sistemáticas, metanálises, comparações indiretas, ou avaliação de tecnologias em saúde, fornecido pela CADTH e referenciado no item 5.2.1, página 48.

```
1. "systematic"[filter] OR "meta-analysis"[pt] OR "meta-analysis as
topic"[mh] OR "meta analy*"[tw] OR metanaly*[tw] OR metaanaly*[tw]
OR "met analy*"[tw] OR "integrative research"[tiab] OR
"integrative review*"[tiab] OR "integrative overview*"[tiab] OR
"research integration*"[tiab] OR "research overview*"[tiab] OR
"collaborative review*"[tiab] OR "collaborative overview*"[tiab]
OR "systematic review"[pt] OR "systematic reviews as topic"[mh]
OR "systematic review*"[tiab] OR "technology assessment*"[tiab]
OR "technology overview*"[tiab] OR "technology appraisal*"[tiab]
OR "Technology Assessment, Biomedical"[mh] OR HTA[tiab] OR
HTAs[tiab] OR "comparative efficacy"[tiab] OR "comparative
effectiveness"[tiab] OR "outcomes research"[tiab] OR
"indirect comparison*"[tiab] OR "Bayesian comparison"[tiab]
OR (("indirect treatment"[tiab] OR "mixed-treatment"[tiab])
AND comparison*[tiab]) OR Embase*[tiab] OR Cinahl*[tiab] OR
"systematic overview*"[tiab] OR "methodological overview*"[tiab]
OR "methodologic overview*"[tiab] OR "methodological review*"[tiab]
OR "methodologic review*"[tiab] OR "quantitative review*"[tiab] OR
"quantitative overview*"[tiab] OR "quantitative syntheses*"[tiab]
OR "pooled analy*"[tiab] OR Cochrane[tiab] OR Medline[tiab] OR
Pubmed[tiab] OR Medlars[tiab] OR handsearch*[tiab] OR "hand
search*"[tiab] OR "meta-regression*"[tiab] OR metaregression*[tiab]
OR "data syntheses*"[tiab] OR "data extraction"[tiab] OR "data
abstraction*"[tiab] OR "mantel haenszel"[tiab] OR peto[tiab]
OR "der-simonian"[tiab] OR dersimonian[tiab] OR "fixed
effect*"[tiab] OR "multiple treatment comparison"[tiab] OR "mixed
treatment meta-analys*"[tiab] OR "umbrella review*"[tiab] OR
(("multiple paramet*"[tiab]) AND ("evidence synthesis"[tiab]))
OR (("multi-paramet*"[tiab]) AND ("evidence synthesis"[tiab]))
OR ((multiparameter*[tiab]) AND ("evidence synthesis"[tiab]))
OR "Cochrane Database Syst Rev"[Journal] OR "health technology
assessment winchester, england"[Journal] OR "Evid Rep Technol Assess
```

(Full Rep)"[Journal] OR "Evid Rep Technol Assess (Summ)"[Journal] OR
"Int J Technol Assess Health Care"[Journal] OR "GMS Health Technol
Assess"[Journal] OR "Health Technol Assess (Rockv)"[Journal] OR
"Health Technol Assess Rep"[Journal]

APÊNDICE D – Filtro pré-pronto 2

Filtro de pesquisa para ensaios clínicos controlados e randomizados, ou ensaios clínicos controlados, fornecido pela CADTH e referenciado no item 5.2.1, página 48.

1. "Randomized Controlled Trial"[pt] OR "Controlled Clinical Trial"[pt] OR "Pragmatic Clinical Trial"[pt] OR "Equivalence Trial"[pt] OR "Clinical Trial, Phase III"[pt] OR "Randomized Controlled Trials as Topic"[mh] OR "Controlled Clinical Trials as Topic"[mh] OR "Random Allocation"[mh] OR "Double-Blind Method"[mh] OR "Single-Blind Method"[mh] OR Placebos[Mesh:NoExp] OR "Control Groups"[mh] OR (random*[tiab] OR sham[tiab] OR placebo*[tiab]) OR ((singl*[tiab] OR doubl*[tiab]) AND (blind*[tiab] OR dumm*[tiab] OR mask*[tiab])) OR ((tripl*[tiab] OR trebl*[tiab]) AND (blind*[tiab] OR dumm*[tiab] OR mask*[tiab])) OR (control*[tiab] AND (study[tiab] OR studies[tiab] OR trial*[tiab] OR group*[tiab])) OR (Nonrandom*[tiab] OR "non random*[tiab] OR "non-random*[tiab] OR "quasi-random*[tiab] OR quasirandom*[tiab]) OR allocated[tiab] OR (("open label"[tiab] OR "open-label"[tiab]) AND (study[tiab] OR studies[tiab] OR trial*[tiab])) OR ((equivalence[tiab] OR superiority[tiab] OR "non-inferiority"[tiab] OR noninferiority[tiab]) AND (study[tiab] OR studies[tiab] OR trial*[tiab])) OR ("pragmatic study"[tiab] OR "pragmatic studies"[tiab]) OR ((pragmatic[tiab] OR practical[tiab]) AND trial*[tiab]) OR ((quasiexperimental[tiab] OR "quasi-experimental"[tiab]) AND (study[tiab] OR studies[tiab] OR trial*[tiab])) OR (phase[ti] AND (III[ti] OR 3[ti]) AND (study[ti] OR studies[ti] OR trial*[ti])) OR (phase[ot] AND (III[ot] OR 3[ot]) AND (study[ot] OR studies[ot] OR trial*[ot]))