

Tecnologias De Engenharia de Software para o Desenvolvimento de Sistemas de Saúde de Código Aberto: um Mapeamento Sistemático da Literatura

Software Engineering Technologies for the Development of Open-Source Health Systems: a Systematic Literature Mapping

Tecnologías de Ingeniería de Software para el Desarrollo de Sistemas de Salud de Código Abierto: un Mapeo Sistemático de la Literatura

Luis Felipe de Lima¹, Flávia Meireles¹ e Leticia Peres¹

1 Departamento de Informática - DInf, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba (PR), Brasil.

Autor correspondente: Luis F. de Lima
E-mail: lflima@inf.ufpr.br

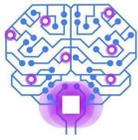
Resumo

Este artigo investiga as tecnologias de engenharia de software (ES) usadas durante o desenvolvimento de sistemas de saúde de código aberto (SSCAs) por meio de um mapeamento sistemático da literatura. O mapeamento resultou na seleção de 67 estudos a partir de buscas em quatro bibliotecas digitais. Os resultados indicaram que as principais tecnologias de ES utilizadas são padrões e modelos de representação e transmissão de dados de saúde. Além disso, os resultados permitiram obter uma visão geral sobre o desenvolvimento, a disponibilização e a aplicabilidade dos SSCAs.

Descritores: Sistemas de Informação em Saúde, Tecnologia, Engenharia de Software

Abstract

This paper investigates the software engineering (SE) technologies used to develop open-source health systems (OSHSs) through a systematic literature mapping. The mapping resulted in selecting 67 studies from searches in four digital libraries. The results indicated that the main SE technologies used are standards and models of health data representation and transmission. Furthermore, the results allowed us to obtain an overview of the development, availability, and applicability of OSHSs.



Keywords: Health Information Systems; Technologies; Software Engineering

Resumen

Este artículo investiga las tecnologías de ingeniería de software (IS) utilizadas durante el desarrollo de sistemas de salud de código abierto (SSCAs) a través de un mapeo sistemático de la literatura. El mapeo resultó en la selección de 67 estudios de búsquedas en cuatro bibliotecas digitales. Los resultados indicaron que las principales tecnologías de IS utilizadas son estándares y modelos de representación y transmisión de datos de salud. Además, los resultados proporcionaron una visión general del desarrollo, la disponibilidad y la aplicabilidad de los SSCAs.

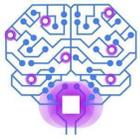
Descriptores: Sistemas de Información en Salud; Tecnologías; Ingeniería de software

Introdução

A adoção do código-fonte aberto estabelece um modelo de desenvolvimento de software que fomenta a colaboração entre desenvolvedores e usuários. ⁽¹⁾ Esse modelo encoraja implementações competitivas, reduzindo custos e resultando em sistemas de saúde (SSs) superiores em qualidade, principalmente em características de usabilidade, segurança e confiabilidade. ⁽¹⁾ Assim, o uso do código aberto em SSs pode contribuir para a conformidade entre recursos e diretrizes de saúde requeridos para o seu funcionamento. Dessa forma, possibilita o aumento da visibilidade das políticas públicas de saúde e contribui para a democratização do acesso à informação. ⁽²⁾

Os SSs apoiam o tratamento de vários tipos e formatos de dados gerados pelos serviços de saúde. ⁽³⁾ Esses dados são geralmente manipulados por SSs construídos com infraestrutura heterogênea e dispostos em diferentes localidades. ^(4, 5, 6) Dessa maneira, a interoperabilidade¹ é fundamental para a troca e a agregação de dados entre esses sistemas de forma eficaz e segura visando a obtenção de informação em saúde. Para a interoperabilidade ser alcançada são necessários o uso de padrões de estrutura

¹ Interoperabilidade é, segundo a IEEE, a “capacidade de dois ou mais sistemas de trocar informações e usar as informações que foram trocadas”. ⁽⁷⁾



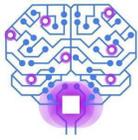
de dados, o uso de recursos de semântica de informação e a aderência à regulamentação indicada pela legislação de cada localidade. ^(8,9)

Assim, diante da variedade de dados, recursos e cenários de saúde, o desenvolvimento de sistemas nesse domínio pode requerer o uso de tecnologias específicas. ⁽¹⁰⁾ Este artigo objetiva investigar quais tecnologias de engenharia de software (ES)² são utilizadas no desenvolvimento de sistemas de saúde de código aberto (SSCAs). Para isso, foi conduzido um mapeamento sistemático da literatura com as diretrizes de Petersen et al. (2015). ⁽¹¹⁾ A execução do mapeamento resultou na seleção de 67 estudos que descrevem o desenvolvimento de SSCAs, os quais foram obtidos a partir de uma amostra de 552 retornados nas bibliotecas digitais IEEE, ACM, Pubmed e Scopus. Além das tecnologias de ES, foram identificadas as fases de desenvolvimento apoiadas pelas tecnologias, os artefatos gerados, a disponibilidade do código-fonte, os países e contextos de uso e se as soluções são de telessaúde.

Método de pesquisa

O mapeamento sistemático da literatura é um estudo secundário que objetiva obter uma visão geral e sintetizar evidências relacionadas a um determinado tópico de pesquisa por meio da identificação de estudos primários sobre este tópico. ⁽¹²⁾ O protocolo de mapeamento deste trabalho foi baseado em uma metodologia amplamente utilizada na área da computação. ⁽¹¹⁾ Este mapeamento foi conduzido com o objetivo de investigar as tecnologias de ES utilizadas no desenvolvimento de sistemas de saúde de código aberto. A partir do objetivo do mapeamento, foi definida a seguinte questão de pesquisa principal: “*Quais os tipos de tecnologias de ES usadas no desenvolvimento de SSCAs?*”. Outras 8 subquestões (SQs) foram elaboradas para auxiliar a responder a questão principal e a descrever as tecnologias e os sistemas encontrados: **(SQ1)** Qual o tipo de tecnologia de ES utilizada?; **(SQ2)** A tecnologia é utilizada em qual fase de desenvolvimento de software?; **(SQ3)** Qual é o artefato gerado?; **(SQ4)** Qual o grau de código aberto do sistema?; **(SQ5)** Onde o código é disponibilizado?; **(SQ6)** Qual o país

² Neste mapeamento, entende-se como tecnologia de ES qualquer instrumento que apoie a produção de software, como métodos, processos e ferramentas.



de uso do sistema?; **(SQ7)** Qual o contexto de uso do sistema?; e **(SQ8)** O sistema é de telessaúde? Se sim, **(SQ8.1)** Qual a modalidade ⁽¹³⁾ de telessaúde do sistema?.

Este mapeamento foi conduzido de acordo com uma estratégia de busca pré-definida visando garantir a integridade do estudo. ⁽¹²⁾ As pesquisas foram realizadas utilizando expressões de busca nas bibliotecas digitais ACM, IEEE, Scopus e Pubmed. Foram considerados estudos escritos em português, inglês e espanhol, sem restrições de período de publicação. Foram usados filtros nas bibliotecas para restringir as buscas em estudos relacionados às áreas da computação e da saúde.

As palavras-chave que representam o âmbito deste mapeamento foram definidas a partir do método PICOC ⁽¹²⁾ e resultaram na seguinte expressão usada nas buscas: (“health system” OR “*health systems*” OR “sistema de saúde” OR “sistemas de saúde” OR “*sistema de salud*” OR “*sistemas de salud*”) AND (*framework* OR *process* OR *method* OR *model* OR *technique* OR *tool* OR *standard* OR *pattern* OR processo OR método OR modelo OR técnica OR ferramenta OR padrão OR *proceso* OR *herramienta* OR *estándar*) AND (*development* OR *implementation* OR desenvolvimento OR implementação OR *desarrollo* OR *implementación*) AND (“open source” OR “código aberto” OR “*código abierto*”).

A seleção de estudos foi realizada de acordo com os seguintes critérios de inclusão (CIs): **(CI1)** estudos que apresentam o desenvolvimento de sistemas de saúde de código aberto; e **(CI2)** estudos que apresentam o desenvolvimento de sistemas de código aberto que apoiam o funcionamento de serviços ou sistemas de saúde. Por sua vez, foram considerados os seguintes critérios de exclusão (CEs): **(CE1)** estudos que não atendam aos CIs; **(CE2)** estudos que não são disponibilizados pelas bibliotecas digitais ou que não estejam disponíveis gratuitamente; **(CE3)** estudos que não estejam escritos nos idiomas português, inglês ou espanhol; **(CE4)** estudos que se enquadram como literatura cinzenta, como *preprints*, relatórios técnicos, resumos, livros, revistas, teses e dissertações; **(CE5)** estudos que apresentam levantamentos, mapeamentos ou revisões da literatura; e **(CE6)** estudos retornados em mais de uma biblioteca digital usada neste mapeamento. Estudos que se enquadram em CE6 foram considerados apenas uma vez, de acordo com a ordem das buscas (IEEE, ACM, Pubmed e Scopus).



Os estudos retornados nas buscas foram analisados individualmente e selecionados em duas etapas de seleção de acordo com os CIs e CEs. Na etapa de seleção preliminar, chamada de 1º filtro, ocorreu a leitura de título e resumo de cada estudo retornado nas buscas. Na etapa de seleção final, chamada de 2º filtro, ocorreu a leitura completa dos estudos selecionados no 1º filtro. Nas duas etapas, foram selecionados os estudos que se enquadram nos CIs e excluídos os estudos de acordo com os CEs, sendo catalogados os motivos em casos de exclusão. Os estudos foram analisados por um pesquisador, que decidiu pela inclusão ou exclusão do estudo de acordo com os critérios definidos. Outros dois pesquisadores revisaram a seleção dos estudos e decidiam pela inclusão ou exclusão em casos de dúvidas.

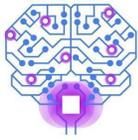
Resultados e discussão

As buscas nas bibliotecas digitais ocorreram em julho de 2021 e resultaram na identificação de 552 estudos. A Tabela 1 apresenta o total de estudos retornados em cada biblioteca e uma síntese dos filtros de seleção. A lista dos 67 estudos selecionados ao término do 2º filtro e um maior detalhamento do protocolo e dos resultados do mapeamento estão disponíveis em um relatório técnico no seguinte repositório: <https://zenodo.org/record/7245976#.Y1bjSn7MKUk>. Os estudos são mencionados nas próximas subseções de acordo com os identificadores (id) atribuídos no relatório técnico. Os artefatos gerados no mapeamento estão disponíveis no mesmo repositório.

Tabela 1 – Número de estudos incluídos no processo de seleção

Biblioteca digital	Buscas iniciais	1º filtro	2º filtro
ACM	249	22	12
IEEE	8	7	5
Pubmed	77	43	25
Scopus	218	34	25
Total	552	106	67

Os estudos identificados neste mapeamento foram publicados entre 2007 e 2021, de acordo com a distribuição apresentada na Figura 1. Apesar da queda de publicações



em 2015 e 2018, o gráfico aponta uma tendência de crescimento no uso do código aberto no desenvolvimento de sistemas de saúde. Os demais resultados são apresentados e discutidos nas próximas subseções por subquestão.

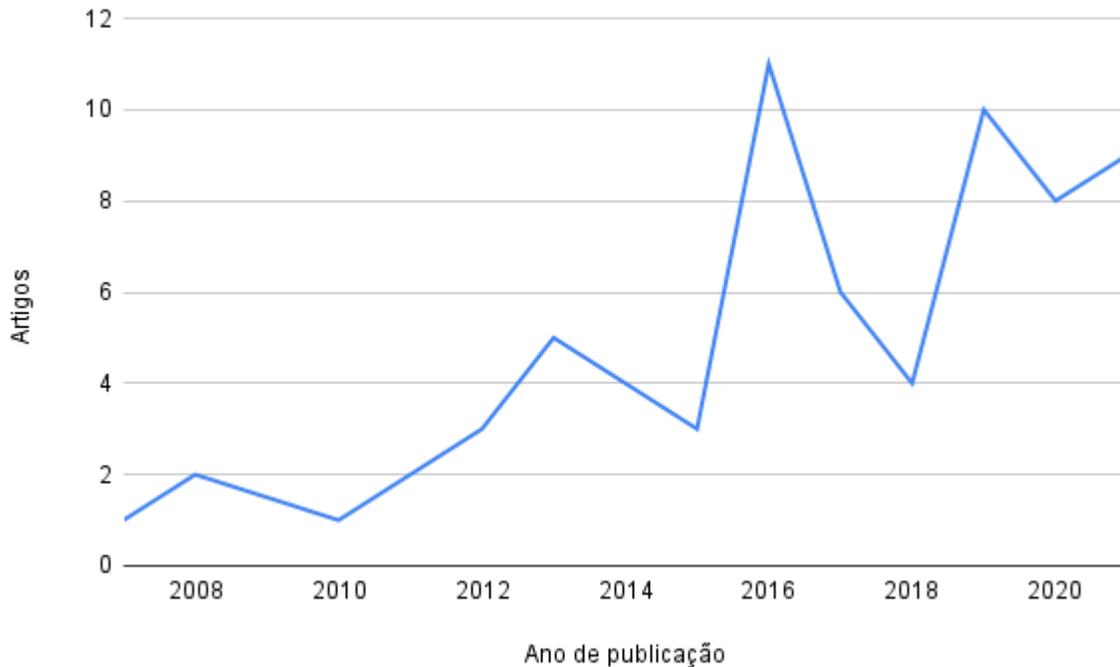
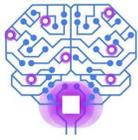


Figura 1 – Ano de publicação dos estudos selecionados no mapeamento

Tecnologias de ES (SQ1)

Os resultados da SQ1 identificaram a utilização de tecnologias de ES em cerca de 50,7% da amostra (34 dos 67 estudos). Foram identificadas 31 tecnologias, sendo 2 *frameworks*, 3 ferramentas, 4 métodos, 8 modelos e 14 padrões. A tecnologia mais utilizada foi o padrão *Health Level Seven* (HL7). Conforme apontado nos estudos id05, id36 e id65, o HL7 estabelece normas para a representação e transmissão de dados que visam a interoperabilidade entre sistemas de saúde. Outros dois estudos usam normas específicas do HL7: o estudo id59 utiliza o *HL7 Infobutton Standard*; e o estudo id52 utiliza o *HL7 Reference Information Model*. Na sequência, as tecnologias mais utilizadas são o padrão *International Classification of Diseases* (ICD) e o modelo *OpenMRS*, ambos usados em 4 estudos, seguidos da ferramenta *Protégé* e do padrão *ISO/IEEE 11073*, em 3 estudos cada. A ferramenta *Eclipse IDE* e os padrões *Digital Imaging and*



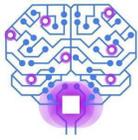
Communications in Medicine (DICOM), *SNOMED-CT* e *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR) são encontrados em 2 estudos. As demais tecnologias foram usadas em apenas um estudo. As descrições das tecnologias encontradas são apresentadas no relatório técnico do mapeamento.

As tecnologias de ES identificadas em maior quantidade foram padrões e modelos, representando respectivamente cerca de 45,1% e 25,8% das tecnologias. O uso dos padrões foi identificado em: (a) classificações de codificação, terminologia e vocabulário controlado em saúde; (b) representação de dados e metadados clínicos, imagens médicas e registro eletrônico de saúde; e (c) protocolos de interoperabilidade. Os modelos identificados estabelecem: (a) gerenciamento de processos e laboratórios; (b) representação de casos clínicos; (c) desenvolvimento de software; e (d) imersão clínica. O alto número de padrões e modelos nos resultados dessa questão é justificado pela necessidade da padronização e da modelagem dos dados gerados na área da saúde. Tais dados são comumente tratados por sistemas heterogêneos inicialmente projetados para funcionarem de forma individual. Assim, o uso de padrões e modelos pode contribuir para a viabilização da interoperabilidade entre os sistemas.

Durante a catalogação das tecnologias foi observado que 28 tecnologias (cerca de 90,4%) são usadas em âmbito internacional. Outras 3 tecnologias (cerca de 9,6%) são usadas em países específicos: *OPS 301 Code* é um padrão utilizado na Alemanha; *Taiwan Electronic Medical Record Template* (TMT) é um padrão usado em Taiwan; e *National Drug Codes* (NDC) é um padrão nos EUA. A ampla adoção de padrões internacionais pode estar relacionada à busca de soluções que permitem a interoperabilidade entre sistemas de diferentes localidades geográficas e com especificidades institucionais, econômicas, sociais e legais distintas.

Fases de desenvolvimento (SQ2)

Os resultados da SQ2 mostraram que dos 34 estudos que especificam o uso de tecnologias, apenas 20 (cerca de 29,8% da amostra) especificam a fase desenvolvimento de software em que a tecnologia é usada. A fase de desenvolvimento mais citada é a de codificação, com uso em 12 estudos. A fase de design foi identificada em 5 estudos e as fases engenharia de requisitos e teste são citadas em 1 estudo. O estudo id18 é



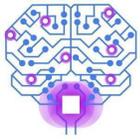
relacionado a todas as fases de desenvolvimento pois menciona o uso de um modelo de processo ágil. Tecnologias com uso específico para as fases de desenvolvimento de implantação e manutenção não foram identificadas. Os resultados dessa questão indicam a necessidade de estudos com maior detalhamento sobre o desenvolvimento das soluções, visto que as tecnologias envolvidas geralmente são aplicadas em fases específicas do desenvolvimento. Ainda, a falta dessas informações na documentação disponibilizada nos repositórios pode comprometer o estudo da solução por outros pesquisadores e dificultar a replicação da metodologia de engenharia de software adotada.

Artefatos (SQ3)

Os resultados da SQ3 revelaram 71 artefatos gerados nos estudos. Esses resultados foram alcançados pois os estudos id02, id43, id49 e id51 geraram dois artefatos. Cerca de 32,4% dos artefatos identificados são aplicações Web (23 artefatos). Em seguida, com cerca de 15,5%, aparecem as arquiteturas. Aproximadamente 12,7% dos artefatos são componentes de código. Cerca de 9,9% dos artefatos gerados são ferramentas. Na sequência, aparecem as ontologias e aplicações móveis, ambas representando cerca de 7% dos artefatos. Protótipos e bibliotecas aparecem respectivamente com 5,6% e 4,2%. Por fim, aparecem os pacotes de software e os *frameworks*, correspondendo a cerca de 2,8% dos artefatos. Os resultados dessa questão mostram a geração de uma grande variedade de artefatos durante o desenvolvimento de sistemas de saúde. O alto número de propostas envolvendo aplicações Web pode ser justificada pelo alcance e facilidade de acesso que este tipo de artefato pode proporcionar. Ainda quanto aos artefatos, a disponibilidade de componentes de código, ontologias e bibliotecas pode reforçar os benefícios da adoção de código aberto, como distribuição e possibilidade de modificação.

Código aberto (SQ4 e SQ5)

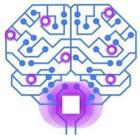
Os resultados da SQ4 e da SQ5 indicaram que 38 estudos (56,7% da amostra) apresentam soluções com disponibilidade total de código aberto. Em contrapartida, 29 estudos (43,3%) apresentam grau parcial de código aberto, com disponibilidade de



apenas parte da solução ou com o desenvolvimento da proposta apoiado por ferramental de código aberto. Dos 38 estudos identificados com grau total, 8 não especificam o repositório em que a solução foi hospedada, 6 hospedaram o que foi desenvolvido em sites próprios da solução e 24 indicam que realizaram a hospedagem do código em repositórios abertos de código-fonte. Os repositórios utilizados foram *Github*, *SourceForge* e *Gitlab*. Os resultados dessas questões indicam que a disponibilização de sistemas de código aberto ocorre principalmente em repositórios abertos de código-fonte. O amplo uso desses repositórios pode ser justificado pela facilidade de acesso e pela possibilidade de atualização constante com evidências práticas obtidas colaborativamente. Assim, essa disponibilidade de código pode viabilizar na prática os benefícios do uso do código aberto. Uma análise complementar das vantagens e desvantagens do uso do código aberto na saúde é apresentada no relatório técnico do mapeamento.

Países de uso (SQ6)

No contexto da SQ6 foi considerado como país de uso a localidade em que a solução foi implantada ou validada. Os resultados dessa questão mostraram estudos com propostas em 26 países distintos. O país de uso com maior incidência foi o Estados Unidos, identificado em 33 propostas. Com relação ao cenário nacional, foram identificadas soluções usadas no Brasil nos estudos id02, id15 e id28. Os demais países foram identificados em 1 estudo (Alemanha, Argentina, Canadá, Dinamarca, Etiópia, Finlândia, Guatemala, Jordânia, Noruega, Paquistão, Peru, Romênia, Singapura e Taiwan), 2 estudos (Austrália, Grécia, Índia, Nepal e Portugal) e 3 estudos (África do Sul, Espanha, Malawi, Quênia, Reino Unido). Foram identificados 58 estudos com propostas usadas no país dos autores e 9 estudos (cerca de 13,4% da amostra) com países de uso diferentes dos quais a solução foi desenvolvida. Os resultados dessa questão indicam que muitas soluções são desenvolvidas visando sua implantação e validação em localidades distintas das quais foram desenvolvidas. Isso ocorre inclusive com o envolvimento de pesquisadores de diferentes países. Esses resultados reforçam o caráter colaborativo atribuído ao desenvolvimento com código aberto. Ainda, mostram os benefícios desse tipo de código para a implantação de iniciativas globais de saúde

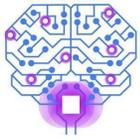


pensadas para a cobertura universal de saúde. Tais iniciativas podem propiciar o monitoramento de dados de saúde pública a nível mundial, a melhoria da prestação de cuidados de saúde e o auxílio a populações vulneráveis em países em desenvolvimento.

Contextos de uso (SQ7)

A SQ7 indicou soluções para os contextos clínico, epidemiológico, hospitalar, acadêmico e governamental. Foram contabilizados 76 contextos de uso, pois os estudos id01, id14, id24, id25, id26, id30, id36, id37 e id47 se enquadram em 2 contextos. O contexto de uso com maior incidência foi o clínico, sendo identificado em 45 propostas. Foi considerado como contexto clínico propostas envolvendo dados clínicos, como armazenamento, transmissão e análise. Em seguida, aparece o contexto epidemiológico, presente em 15 propostas. Esse contexto inclui soluções para epidemias, pandemias e vigilância epidemiológica. Nesse contexto, os estudos id25, id29, id31, id36, id45 e id47 apresentam soluções desenvolvidas para o cenário da pandemia de COVID-19. Com relação ao contexto hospitalar, foram identificados 7 estudos que incluem propostas de uso e integração de sistemas hospitalares para fins clínicos e administrativos. Por fim, aparecem os contextos acadêmico e governamental, em 4 e 1 propostas respectivamente. O contexto acadêmico envolve soluções usadas em universidades, em instituições de saúde voltadas ao ensino e em treinamentos de usuários. O contexto governamental engloba soluções voltadas a administração e regulamentações em governos.

Os resultados dessa questão mostram que as soluções de software podem ser usadas em vários contextos de saúde. A variedade de processos que podem ser realizados com os dados clínicos justifica o alto número de propostas no contexto clínico. A grande incidência de estudos no contexto epidemiológico pode ser associada com o desenvolvimento de soluções voltadas ao cenário epidemiológico estabelecido na pandemia de COVID-19. Assim, esses resultados indicam a importância e a necessidade do desenvolvimento de novas soluções em períodos atípicos.



Telessaúde (SQ8 e SQ8.1)

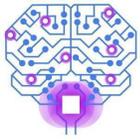
Os resultados da SQ8 mostraram que 3 dos 67 estudos (cerca de 4,4% da amostra) apresentam propostas de telessaúde. No entanto, nenhum estudo cita explicitamente o termo telessaúde: id03 usa o termo telemedicina; id41 cita apenas a modalidade de telessaúde em que a solução se enquadra; e id49 apresenta experimentos com dados obtidos por uma modalidade de telessaúde.

O estudo id03 propõe uma aplicação móvel que viabiliza a comunicação entre médicos e pacientes da área rural e realiza a transmissão e o armazenamento das informações clínicas em bases de dados e registros eletrônicos de saúde. O estudo id41 propõe uma aplicação móvel para monitoramento de pacientes com doenças crônicas em ambientes externos e domiciliares. Essa aplicação integra fontes de dados, como sensores e alarmes, e auxilia na tomada de decisão da equipe médica. O estudo id49 apresenta ontologias que representam as entidades necessárias para armazenar dados de prontuários médicos e dados de telessaúde e uma aplicação Web que realiza o armazenamento e gerenciamento desses dados.

Com relação às modalidades de telessaúde (SQ8.1), o estudo id03 se enquadra em teletriagem, teleconsulta, telediagnóstico e as soluções dos estudos id41 e id49 podem ser associadas ao telemonitoramento. Os resultados dessa questão revelaram uma quantidade baixa de soluções de telessaúde de código aberto. Esses resultados podem ser justificados devido a recente ampliação de uso dessas soluções durante a pandemia de COVID-19.

Limitações

Visando minimizar o viés dos resultados, este mapeamento foi revisado por pares e conduzido a partir de um protocolo que descreve as estratégias de busca, seleção de estudos e extração de dados. O método PICOC foi utilizado na estratégia de busca para a definição das palavras-chave, objetivando a identificação da literatura pertinente. No entanto, vale ressaltar o caráter subjetivo da definição das palavras-chave, o que pode implicar na ausência de estudos possivelmente elegíveis nas pesquisas realizadas com a expressão de busca resultante. Os estudos selecionados foram alcançados por buscas realizadas em julho de 2021 em quatro bibliotecas digitais. Assim, estudos indexados

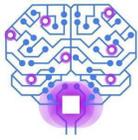


após esse período não foram contemplados neste mapeamento. A seleção de estudos foi restrita aos idiomas inglês, português e espanhol e áreas da computação e saúde. Desse modo, buscas considerando outras palavras-chave, englobando bibliotecas adicionais às utilizadas e sem restrições de idioma e área podem alcançar resultados mais abrangentes.

O mapeamento consistiu na catalogação e na análise das tecnologias reportadas e focadas pelos estudos. No entanto, análises complementares da documentação, da arquitetura e do código podem auxiliar na identificação de outras tecnologias associadas aos sistemas. Ainda, a análise de estudos científicos publicados na literatura pode enviar os resultados para sistemas acadêmicos. Nesse sentido, a mineração de sistemas em repositórios abertos, a análise de *surveys* e literatura cinzenta e o contato com empresas de software com entrevistas ou questionários podem auxiliar a encontrar sistemas de saúde sem estudos científicos associados e a obter maior aproximação com a realidade de desenvolvimento dessa área.

Conclusão

Este artigo apresentou um mapeamento que investigou as tecnologias de ES usadas durante o desenvolvimento de sistemas de saúde de código-fonte aberto (SSCAs). Durante a condução deste estudo, não foram identificados na literatura outros mapeamentos com este tema específico. Os resultados do mapeamento indicaram que: (SQ1) as tecnologias usadas para o desenvolvimento de SSCAs geralmente apoiam o tratamento da variedade de dados gerados nessa área; (SQ2) há pouco detalhamento sobre o uso das tecnologias em fases específicas de desenvolvimento de SSCAs; (SQ3) os artefatos de código-aberto propiciam maior alcance e facilidade de acesso às soluções propostas; (SQ4 e SQ5) a hospedagem de soluções em repositórios de código-fonte viabiliza os benefícios do código aberto na prática; (SQ6) o uso do código aberto pode auxiliar a implantação de iniciativas globais de saúde; (SQ7) os contextos de uso dos sistemas de saúde refletem os cenários atuais da situação em saúde, como a pandemia de COVID-19, e enfatizam os processos que envolvidos com os dados de saúde; e (SQ8) há poucas iniciativas considerando código aberto aplicado à telessaúde.



Respondendo a questão principal deste mapeamento, “*Quais os tipos de tecnologias de ES usadas no desenvolvimento de SSCAs?*”, as tecnologias encontradas foram padrões, modelos, *frameworks*, ferramentas e métodos. Além da identificação das tecnologias, o mapeamento indicou um crescimento no número de soluções abertas na saúde que pode ser justificado pela popularização do código aberto e pelo surgimento de novos contextos de aplicação. De maneira geral, os resultados do mapeamento auxiliaram a obter uma visão geral sobre: (a) o processo de ES envolvido no desenvolvimento de SSCAs; (b) a disponibilização do que é produzido em código aberto para a saúde; (c) a aplicabilidade dos SSCAs em diferentes cenários de saúde; e (d) lacunas na área da saúde, como na telessaúde, que podem oferecer oportunidades de desenvolvimento e aplicação de SSCAs.

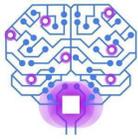
O mapeamento identificou um conjunto de SSCAs descritos em estudos revisados por pares e que estão disponíveis em repositórios abertos. A catalogação desses sistemas pode possibilitar a ampliação da visibilidade de pesquisas científicas e o reuso de código com grau de confiabilidade associado. Além disso, a identificação das tecnologias pode auxiliar o planejamento e a execução do processo de desenvolvimento de software e resultar em sistemas com maior qualidade. Como trabalho futuro, o protocolo deste mapeamento pode ser utilizado como base para o planejamento de buscas de SSCAs disponibilizados em outras fontes de dados, como repositórios abertos de código, literatura cinzenta e catálogos de empresas de software. Outra possibilidade de trabalho é a elaboração de guias para o desenvolvimento de SSCAs em concordância com as tecnologias de ES encontradas neste estudo.

Disponibilidade de artefatos

Os artefatos e um relatório técnico deste mapeamento estão disponíveis em <https://zenodo.org/record/7245976#.Y1bjSn7MKUk>.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio do PPGInf-CAPES/MEC e C3SL-DINF/UFPR durante a realização do presente artigo.



Referências

1. Reynolds CJ, Wyatt JC. Open source, open standards, and health care information systems. *Journal of medical Internet research*, v. 13, n. 1, p. e1521, 2011.
2. Brasil LM. Informática em saúde. In: *Informática em Saúde*. 2008. p. 574-574.
3. Lima AC, Januário MC, Lima PT, de Moura W. DATASUS: o uso dos sistemas de informação na saúde pública. *Refas-Revista Fatec Zona Sul*, v. 1, n. 3, p. 16-31, 2015.
4. Lopes S, Quaresma R. Privacidade dos dados em ambientes de interoperabilidade- estudo de caso na área da saúde. 2014.
5. Bittar OJ, Biczuk M, Serinolli MI, Novaretti MCZ, de Moura MMN. Nogueira et al. Sistemas de informação em saúde e sua complexidade. *Revista de Administração em Saúde*, v. 18, n. 70, 2018.
6. Ferreira DS, Maciel NS, Chaves GS, Joaquim DC, Luzia FJM, Costa EC. Telessaúde no contexto da pandemia da COVID-19: revisão de escopo: revisão de escopo. *Revista Enfermagem Atual In Derme*, v. 95, n. 34, 2021.
7. Geraci A. IEEE standard computer dictionary: Compilation of IEEE standard computer glossaries. IEEE Press, 1991.
8. CONASS. Padrões de informação em saúde e de interoperabilidade entre os sistemas de informação - Nota Técnica 37/2011. 2011. [citado 15 Jul 2022]. Disponível em: <https://www.conass.org.br/biblioteca/wp-content/uploads/2011/02/NT-37-Padro%CC%83es-de-Interoperabilidade-versa%CC%83o-2011.pdf>.
9. Ministério da Saúde do Brasil. PORTARIA n° 2.073. 2011. [citado 15 Jul 2022]. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2073_31_08_2011.html.
10. Cavalini LT, Cook TW. Sistemas de informação em saúde: a importância do software livre e da modelagem multinível. *Jornal Brasileiro de Telessaúde*, p. 15-22, 2012.
11. Petersen K, Vakkalanka S, Kuzniarz L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and software technology*, v. 64, p. 1-18, 2015.
12. Kitchenham B, Charters S. 2007. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. (2007).
13. SBIS. Levantamento das Soluções de Telemedicina e Telessaúde. [citado 15 Jul 2022]. Disponível em: <http://sbis.org.br/levantamento-telessaude>.