

RESTRIÇÕES DE INTEGRIDADE EM PRONTUÁRIOS ELETRÔNICOS NOSQL - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

INTEGRITY CONSTRAINS IN NOSQL ELECTRONIC MEDICAL RECORDS - A SYSTEMATICAL REVIEW

RESTRICCIONES DE INTEGRIDAD EN REGISTROS MÉDICOS ELECTRÓNICOS NOSQL – UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Elúzio H. S. Barretto¹, Marcia Ito²

¹ Mestrando em Engenharia de Computação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, São Paulo, SP, Brasil.

² Research Staff Member, IBM Research Brasil – IBM-BRL, São Paulo, SP, Brasil

Resumo: Assegurar a integridade de dados em prontuários eletrônicos de saúde tem sido um desafio trabalhoso e dispendioso, porém essencial para que os mesmos possam auxiliar os profissionais na gestão da saúde em suas instituições. Com o advento de diversas formas e formatos de armazenamento para grandes volumes de dados na área de saúde, surge um questionamento sobre o estado das pesquisas científicas neste contexto com relação a bancos de dados NoSQL. Assim o objetivo deste artigo é identificar e avaliar pesquisas relevantes no contexto de integridade de dados em prontuários eletrônicos de saúde com o uso de banco de dados NoSQL. O método utilizado foi a revisão sistemática da literatura. Como resultado, encontra-se 83 artigos e seleciona-se 14 para leitura completa. Conclui-se que há um atual e crescente interesse de pesquisas acadêmicas nesse contexto por tratar-se de uma necessidade ainda não coberta por esses sistemas.

Abstract: Ensuring data integrity in electronic medical records has been a cumbersome and wasteful job, while nevertheless essential in enabling health management in medical institutions. With the advent of several new forms and formats of big data storage in Health, one might question the status of the scientific research regarding NoSQL databases in this context. This paper aims to identify and review relevant research regarding integrity constraints of medical records using NoSQL databases. Systematic review is the applied method. As result, 83 articles were found and 14 selected to complete review. In conclusion, there is a present and growing research interest of this topic since it is related to a still open question.

Descritores: Banco de Dados, Sistemas Computadorizados de Registros Médicos, Revisão.

Descriptors: Database, Medical Records Systems, Review.

Descriptores: Base de Datos, Sistemas de Registros Médicos Computarizados, Revisión.

Introdução

Um fator essencial para a utilização de sistemas de prontuários eletrônicos de saúde (PES) é a qualidade de seus dados, por conseguinte, esses sistemas devem auxiliar seus usuários na aquisição e manutenção de dados relevantes, completos e íntegros. Grandes organizações do setor de saúde

buscam definir regras e regimentos a fim de garantir a qualidade e integridade dos dados no contexto médico¹ thus a main feature of computer-based medical documentation systems should be to assist the user in complete and plausible data acquisition and maintenance. In this paper we define a grammar for modeling medical documentation systems to increase integrity and completeness of collected data, focusing attention on integrity constraints. An integrity constraint defines requirements that involved entities had to comply with. Furthermore it defines possibly implications in case of failure. The constraints presented in this paper are type constraint, length constraint, domain constraint, key constraint, quantity constraint, reference constraint, search constraint, result constraint, hierarchy constraint, and semantic constraint. Their grammar is declared using a schema in extensible markup language-format (XML-schema).

Entretanto, segundo Monda et al.² garantir a qualidade de dados em sistemas médicos é um desafio trabalhoso e dispendioso que requer intervenções humanas. Diversos sistemas dependem da digitalização manual das informações manuscritas pelos médicos, conduta que pode provocar registros errôneos ou perda de informações, mesmo em sistemas dotados de pré-validações. Dessa forma, mesmo após a importação de dados, controles rigorosos de qualidade são necessários e não devem depender de ineficientes iterações humanas.

Moore et al.³ defendem que sistemas PES possuem construções complexas, tendo em vista que comumente os dados são armazenados em sistemas e localidades distribuídas, bem como utilizam distintos formatos de dados (estruturados e não-estruturados) e integram múltiplas fontes de dados, tais como: hospitais, sistemas laboratoriais, farmacêuticos e médicos. Tradicionalmente, Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados Relacionais têm sido utilizados para armazenamento de dados, contudo, a constante necessidade de desempenho, o crescimento do número de usuários, volume e diversidade de dados tem aumentado o interesse em bancos de dados alternativos, incluindo os chamados NoSQL.

Caracterizado como banco de dados não-relacional, o NoSQL ganhou notoriedade nos últimos anos. Permite produtividade no desenvolvimento de aplicações, por utilizar estruturas de dados flexíveis. São capazes de gerenciar conjunto de dados em larga escala, tipicamente em estruturas distribuídas, tornando-se um excelente candidato para implementações de sistemas PES.

Esse artigo tem como objetivo identificar e avaliar pesquisas relevantes no contexto de integridade de dados em prontuários eletrônicos de saúde com o uso de banco de dados NoSQL.

Método

A fim de orientar o mapeamento da revisão literária desse trabalho, levanta-se as questões de pesquisa que atuam como fator de inclusão e exclusão dos estudos encontrados. As questões de pesquisa que guiam esse trabalho são:

1. Como garantir a integridade dos dados em prontuários eletrônicos de saúde?
2. Como garantir a integridade de dados em bancos de dados NoSQL?
3. Quais as implicações e benefícios do uso de NoSQL em prontuários eletrônicos de saúde?

Posteriormente, define-se os engenhos de busca utilizados na pesquisa. Buscou-se incluir as principais fontes de trabalhos nas especialidades de ciência da computação e de saúde. Os engenhos selecionados são listados na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela dos engenhos de busca disponíveis para revisões sistemáticas em Exatas e Medicina

Engenho de busca	Especialidade	Endereço
ACM Digital Library	Ciência da Computação	http://dl.acm.org
IEEE Xplore	Ciência da Computação	http://ieeexplore.ieee.org
PubMed	Saúde	www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

Define-se os termos sinônimos para cada item das questões de pesquisa, além do agrupamento dos termos conforme Tabela 2. Posteriormente, eles servem para a definição das *Strings* de Busca (termos concatenados com operadores booleanos). Busca-se representar os conjuntos de termos encontrados nas questões de pesquisa a fim de recuperar os trabalhos relevantes nos engenhos de busca. O Grupo 1 descreve sinônimos relacionados a integridade de dados. O Grupo 2 trata de bancos não relacionais (NoSQL). O Grupo 3 ilustra sinônimos de prontuários eletrônicos e, por fim, o Grupo 4 retrata sistemas PES.

Tabela 2. Tabela com os termos sinônimos e grupos de pesquisa

	Grupo1	Grupo2	Grupo3	Grupo4
Termo 1	Integrity Constraint	NoSQL	EHR	Health Information System
Termo 2	Referential Integrity	Not Only SQL	Electronic Health Record	Health Management System
Termo 3	Data Integrity	not SQL	Electronic Health	Healthcare Information System
Termo 4	Integrity Restriction	Cloud SQL	Health Data	Healthcare Management System
Termo 5	Database Integrity	Non-Relational Database	Healthcare Data	E-Health
Termo 6				Medical Records System
Termo 7				Medical Informatics
Termo 8				Medical System
Termo 9				Clinical Decision Support
Termo 10				Medical Decision Support

Na intenção de responder as questões de pesquisa levantadas, combina-se os grupos de sinônimos e define-se as *Strings* de Busca conforme Tabela 3. Os Grupos 1 e 3 buscam identificar trabalhos que tratam da integridade de dados em sistemas PES. Por outro lado, os Grupos 2, 3 e 4 buscam sistemas PES ou de saúde, que podem beneficiar-se de banco de dados NoSQL.

Tabela 3. Tabela com a combinação de Grupos e as Strings de Busca

Grupos Combinados	String de Busca
Grupo1 e Grupo3	((“Integrity Constraint” OR “Referential Integrity” OR “Data Integrity” OR “Integrity Restriction” OR “Database Integrity”) AND (“EHR” OR “Electronic Health Record” OR “Electronic Health” OR “Health Data” OR “Healthcare Data”))
Grupo2 e Grupo3 e Grupo4	((“NoSQL” OR “Not Only SQL” OR “not SQL” OR “Cloud SQL” OR “Non-Relational Database”) AND (“EHR” OR “Electronic Health Record” OR “Electronic Health” OR “Health Data” OR “Healthcare Data”) AND (“Health Information System” OR “Health Management System” OR “Healthcare Information System” OR “Healthcare Management System” OR “E-Health” OR “Medical Records System” OR “Medical Informatics” OR “Medical System” OR “Clinical Decision Support” OR “Medical Decision Support”))

Para efetuar a busca do Grupo 1 e 3 no engenho ACM exclui-se a palavra “*Data Integrity*” pois além de elevar o número de resultados em aproximadamente dez vezes, os artigos obtidos não pertencem ao escopo da pesquisa. Para o engenho IEEE, altera-se a busca do Grupo 2, 3 e 4 devido a limitação da quantidade de palavras permitidas pelo engenho. Dessa forma, excluem-se as palavras “*Electronic Health Record*”, “*Healthcare Data*”, “*Healthcare Information System*”, “*Healthcare Management System*”, “*Medical Records System*”, “*Medical Informatics*”, “*Medical Decision Support*” e “*Medical System*”, sendo adicionada a palavra “*Medical*” a fim de compensar as palavras removidas.

Os critérios de inclusão dos trabalhos são:

- Estudos completos publicados em revistas ou conferências revisadas que respondam uma ou mais questões de pesquisa;
- Artigos publicados nos últimos 10 anos (de 2005 até 2015);
- Trabalhos escritos em língua inglesa;
- Estudos disponíveis para *download* nos engenhos de buscas definidos.

Por fim, estudos que não respondem às questões de pesquisa e aquelas que não se encontravam disponíveis para *download* são excluídos da análise.

Resultados

Com a pesquisa nos engenhos de busca, em conjunto com as Strings definidas, encontra-se um total de 83 artigos. Desse total, 14 trabalhos são diretamente ligados as questões de pesquisa, sendo assim, selecionados como escopo desse trabalho. Ao menos 20% dos artigos encontrados tratam de privacidade ou segurança de dados, o que demonstra um grande interesse e preocupação para essas questões tanto na área médica como em tecnologia. Entretanto, não pertencem ao escopo deste artigo. Um resumo, em termos quantitativos, encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4. Tabela com os resultados encontrados nos engenhos de busca

Grupos	ACM	PubMed	IEEE
Grupo1 e Grupo3	23	17	20
Grupo2 e Grupo3 e Grupo4	13	6	4

Para a busca dos Grupos 1 e 3 encontra-se 60 artigos, sendo 8 selecionados para análise, pois atendem os critérios de seleção. Do Grupo 2, 3 e 4 encontra-se 23 artigos, sendo 6 selecionados para análise. Outros 7 artigos não se encontram disponíveis para *download* e excluem-se do estudo.

Uma análise temporal da evolução da quantidade de artigos publicados é realizada, na qual verifica-se um aumento expressivo de número de artigos a partir do ano de 2010 e uma linha de tendência crescente nas duas áreas conforme demonstrado na Figura 1. Fato que reforça a atual relevância dos temas na pesquisa acadêmica.

Figura 1. Gráfico de evolução do número de artigos por ano



Discussão

Pela análise dos artigos percebe-se que atualmente não existem requisitos regulatórios para avaliar a integridade, confiabilidade, eficácia, qualidade e a segurança da informação de sistemas de prontuário eletrônico de saúde. Isso ocorre mesmo sabendo que o mau uso desses sistemas podem colocar em risco a saúde dos pacientes, diminuir a qualidade do atendimento ou aumentar os custos com saúde. Por sua vez, Browman⁴including better care and decreased healthcare costs, serious unintended consequences from the implementation of these systems have emerged. Poor EHR system design and improper use can cause EHR-related errors that jeopardize the integrity of the information in the EHR, leading to errors that endanger patient safety or decrease the quality of care. These unintended consequences also may increase fraud and abuse and can have serious legal implications. This literature review examines the impact of unintended consequences of the use of EHR systems on the quality of care and proposed solutions to address EHR-related errors. This analysis of the literature on EHR risks is intended to serve as an impetus for further research on the prevalence of these risks, their impact on quality and safety of patient care, and strategies for reducing them.”, “author” : [{ “dropping-particle” : “”, “family” : “Bowman”, “given” : “Sue”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }], “container-title” : “Perspectives in health information management / AHIMA, American

Health Information Management Association”, “id” : “ITEM-1”, “issued” : { “date-parts” : [[“2013”]] }, “title” : “Impact of electronic health record systems on information integrity: quality and safety implications.”, “type” : “article-journal”, “volume” : “10” }, “uris” : [“http://www.mendeley.com/documents/?uuid=39835578-1070-4955-b2d6-d7072d197341”] }, “mendeley” : { “formattedCitation” : “⁴”, “plainTextFormattedCitation” : “4”, “previouslyFormattedCitation” : “⁴” }, “properties” : { “noteIndex” : 0 }, “schema” : “https://github.com/citation-style-language/schema/raw/master/csl-citation.json” } apresenta os principais fatores que podem comprometer esses sistemas, incluindo falhas no desenvolvimento, baixa usabilidade ou flexibilidade, uso impróprio das informações, reuso de informações de outros pacientes (copiar e colar) e uso inadvertido de sistemas de suporte a decisões. O autor propõe formas de reduzir esses erros e afirma que apesar do aumento das pesquisas nessa área, pouco tem sido feito de forma sistemática para medir e analisar esses riscos, identificar suas causas e implementar estratégias para reduzi-los. Como sugestão ele indica que fornecedores devem implementar políticas, procedimentos e padrões para garantir a integridade de informação desses sistemas. Kohn⁵ também concorda que integridade de dados é vital para sistemas PES e por isso, eles devem possuir métodos para garantir a qualidade dos mesmos, contudo pacientes também devem ser encorajados a revisar seus registros para garantirem sua exatidão.

O desafio de manter integridade referencial se torna muito difícil em sistemas de saúde devido a necessidade de integração de dados estruturados e semiestruturados de diversas fontes. Ordonez e García-García⁶ citam que existem extensivas pesquisas para se manter integridade referencial, mas não existem trabalhos medindo a inconsistência de dados. Os autores propõem conjuntos de métricas para qualidade em integridade referencial utilizando SQL e acreditam que suas ideias podem ser estendidas e aplicadas em dados semiestruturados como textos ou documentos XML. Na mesma linha Ward et al.⁷ however, transiently, can result in inappropriate operational decision making. Implementing electronic health records (EHRs) analisam a qualidade e integridade de dados durante a implementação de um sistema PES em um departamento de emergência. Mede-se e compara-se dados registrados manualmente e sistematicamente durante sua agitada implantação. Falhas nos dados sistemáticos acontecem imediatamente após a implementação e ocasionam perda de dados. Fato que reforça a importância e necessidade de análises de integridade dos dados desde o princípio, prevenindo e detectando inconsistências o quanto antes possível.

Lee et al.⁸ comprovam a viabilidade do uso de dados clínicos com bancos de dados NoSQL. Os mesmos evidenciam menor esforço na preparação inicial dos dados, melhor desempenho nas respostas das consultas, além de apresentar maior flexibilidade na modelagem de dados quando comparado com bancos de dados relacionais. Nesse estudo avaliam-se apenas os bancos de dados NoSQL dos tipos chave-valor e XML (Extensible Markup Language), demonstrando-se o segundo como o que permite um melhor controle da integridade dos dados.

Entretanto, bancos de dados orientados a documentos e colunas são os mais indicados para dados médicos, devido os seus distintos tipos, diversidade, sequência temporal e a seu crescente volume de itens registrados⁹. Os autores utilizam o MongoDB (banco de dados NoSQL orientado a documentos) para armazenar e analisar mais de um milhão de registros médicos. Defendem ainda, a possibilidade de divisão dos dados em pequenas porções (*Shards*) que são reagrupadas utilizando-se computação paralela (*MapReduce*), artefato que melhora o desempenho das operações em até quarenta vezes.

O advento da computação em nuvem também é um fator importante para o desenvolvimento de sistemas PES. Yang e Liu¹⁰ propõem uma arquitetura distribuída em nuvem, utilizando o banco de dados NoSQL Hbase (orientado a colunas). Ele permite escalabilidade horizontal, tolerância a falhas e paralelização do processamento, conforme o aumento de transações e volume de dados médicos. Xhafa et al.¹¹ também propõem um ambiente colaborativo em nuvem utilizando NoSQL, que permite a realização do monitoramento constante de dados dos pacientes e integração de suas diferentes fontes (texto, som, vídeo, etc.). Os autores afirmam que esse tipo de banco de dados é preferível sobre os

tradicionais bancos relacionais, devido a essas características. Porém, ressaltam a deficiência de uma linguagem declarativa para consultas, como o SQL.

Lan et al.¹² escolhem o SimpleDB (orientado a documentos) para implementar um sistema de análise e medição para pacientes com problemas cardíacos devido a sua escalabilidade superior e a grande flexibilidade de modelo de dados. Contudo, é necessário o desenvolvimento de uma camada intermediária para transpor a falta de garantias de atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade (ACID), bem como, a carência de operações de conjunto, como uniões e junções, típicas dos bancos NoSQL. Já Kaur e Rani¹³ defendem o uso de sistemas políglotas, por isso, criam uma interface de comunicação integrando três bancos de dados de diferentes tipos. Um relacional (PostgreSQL) e dois NoSQL, sendo esses o MongoDB (orientado a documentos) e o Neo4j (orientado a grafos), a fim de segregar os dados entre os bancos e assim, explorar os benefícios de cada um.

Weis e Levy¹⁴ comentam que diversos sistemas PES possuem facilitadores para importação de dados que trazem agilidade para seus usuários. Contudo, o uso indiscriminado desses facilitadores pode ocasionar inconsistência de dados, ou até mesmo, colocar em risco a saúde do paciente. Os autores desenvolvem uma lista de melhores práticas para evitar esses riscos. Com a mesma preocupação na qualidade dos dados, Consolver¹⁵ indica cinco formas para minimizar registros duplicados de pacientes. As técnicas aplicadas em treze hospitais, reduzem em até 21% o número de registros em duplicidade e aumentaram a confiabilidade de seus dados. Neste mesmo sentido Tate et al.¹⁶ propõem pontuações de qualidade de dados para sistemas PES. Podem ser utilizadas para validar a qualidade das informações registradas para cada paciente e indicar se seus dados podem ou não ser utilizados em pesquisas.

Por fim, Sachdeva e Bhalla¹⁷ defendem que o registro médico individual de um paciente pode ser armazenado, recuperado e compartilhado através de uma rede através de melhorias em tecnologia da informação. Assim, registros eletrônicos de saúde (EHRs) devem ser padronizados, de forma que possam interoperar semanticamente e assim, permitam a troca de dados entre diferentes organizações, mantendo os dados consistentes e íntegros. González-ferrer et al.¹⁸ defendem que sua implantação ainda enfrenta barreiras para ser bem-sucedida. Uma dessas barreiras é a integração dos dados do paciente com o motor de suporte à decisão clínica (CDSS), um desafio difícil devido à necessidade de interoperabilidade com muitos outros sistemas existentes e dispositivos médicos. O projeto MobiGuide visa construir tal CDSS, fornecendo uma diretriz baseada em evidências para o suporte à decisão clínica através de um Registro de Saúde Pessoal (PHR) também discutem os critérios de seleção dos padrões existentes para integração de diferentes fontes de dados.

Conclusão

Nesse trabalho, apresenta-se uma revisão sistemática da literatura atual no contexto de integridade de dados em sistemas de prontuários eletrônicos com o uso de bancos de dados NoSQL. É possível com esta revisão, demonstrar o atual e crescente interesse de pesquisas acadêmicas nesse contexto e discutir seus principais trabalhos.

Nota-se uma grande necessidade de aferir e melhorar a qualidade de dados em sistemas PES, com especial importância na integridade e interoperabilidade de dados entre esses sistemas. Devido as características do uso de dados provenientes de diversas fontes, estruturados e principalmente semiestruturados e do advento do uso de computação em nuvem, esses sistemas são fortes candidatos a se beneficiar das características de escalabilidade e flexibilidade que bancos de dados NoSQL propiciam. Diversos trabalhos demonstram o grande interesse e crescente uso desses bancos por esse tipo de sistema.

Outros trabalhos apresentam métodos para controle da integridade e qualidade de

dados em sistemas PES. Entretanto, não se encontram pesquisas que tratem diretamente formas de se garantir integridade de dados de sistemas PES que utilizam bancos de dados NoSQL, sendo um tópico propício para trabalhos futuros.

Referências

1. Goertzen R, Stausberg J. A grammar of integrity constraints in medical documentation systems. *Comput Methods Programs Biomed.* 2007;86:93–102.
2. Monda J, Keipeer J, Were MC. Data Integrity Module for Data Quality Assurance Within an e-Health System in Sub-Saharan Africa. *Telemed e-Health.* 2012;18(1):5–10.
3. Moore P, Qassem T, Xhafa F. “NoSQL” and Electronic Patient Record Systems: Opportunities and Challenges. 2014 Ninth Int Conf P2P, Parallel, Grid, Cloud Internet Comput [Internet]. 2014;300–7. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7024600>
4. Bowman S. Impact of electronic health record systems on information integrity: quality and safety implications. *Perspect Health Inf Manag [Internet].* 2013;10. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3797550&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
5. Kohn D. The Patient’s Role in Ensuring Legal EHR Data Integrity. *AHIMA.* 2011;5:54–5.
6. Ordonez C, García-García J. Referential Integrity Quality Metrics. *Decis Support Syst.* 2008;44(2):495–508.
7. Ward MJ, Froehle CM, Hart KW, Lindsell CJ. Operational data integrity during electronic health record implementation in the ED. *Am J Emerg Med [Internet].* 2013;31(7):1029–33. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23707000>
8. Lee KKY, Tang WC, Choi KS. Alternatives to relational database: Comparison of NoSQL and XML approaches for clinical data storage. *Comput Methods Programs Biomed [Internet].* 2013;110(1):99–109. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2012.10.018>
9. Lin C-H, Huang L-C, Chou S-CT, Liu C-H, Cheng H-F, Chiang I-J. Temporal Event Tracing on Big Healthcare Data Analytics. 2014 IEEE Int Congr Big Data [Internet]. 2014;(M):281–7. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6906791>
10. Yang CY, Liu CT. Developing IHE-based PHR cloud systems. *Proc - Soc 2013.* 2013;1022–5.
11. Xhafa F, Qassem T, Moore P. Collaboration through Patient Data Access and Sharing in the Cloud. 2014 Int Conf Intell Netw Collab Syst [Internet]. 2014;205–12. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7057092>
12. Lan M, Samy L, Alshurafa N, Suh M-K, Ghasemzadeh H, Macabasco-O’Connell A, et al. WANDA: An End-to-End Remote Health Monitoring and Analytics System for Heart Failure Patients. *Proc Conf Wirel Heal - WH ’12 [Internet].* 2012;1–8. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2448096.2448105>
13. Kaur K, Rani R. Managing Data in Healthcare Information Systems : Many Models, One Solution. *Computer (Long Beach Calif).* 2015;48(3):52,59.
14. Weis JM, Levy PC. Copy, Paste, and Cloned Notes in Electronic Health Records. *CHEST J [Internet].* 2014;145:632. Disponível em: <http://journal.publications.chestnet.org/article.aspx?doi=10.1378/chest.13-0886>
15. Consolver P. 5 Ways To Minimize Duplicate Patient Records. *Healthcare Financial Management;* 2013. p. 28.
16. Tate AR, Williams T, Puri S, Beloff N, Van Staa T. Developing quality scores for electronic health records for clinical research. *Proc first Int Work Manag interoperability Complex Heal Syst - Mix ’11 [Internet].* 2011;35–41. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2064747.2064756>
17. Sachdeva S, Bhalla S. Semantic Interoperability in Standardized Electronic Health Record Databases. *J Data Inf Qual.* 2012;3(1):1–37.

18. González-ferrer A, Peleg M, Verhees B, Verlinden J. Data Integration for Clinical Decision Support Based on openEHR Archetypes and HL7 Virtual Medical Record. Process Support KnowledgeRepresentation Heal Care. 2013;71–84.

Contato

Autor correspondente:

Eluizio Barreto

email: eluizio@gmail.com

