

Análise de big data aplicada a serviços de saúde: uma revisão de literatura

Myller Gomes, João Luiz Kovaleski, Regina Negri Pagani, Vander Luiz da Silva, William Felipe Wolf

Resumo: O objetivo deste estudo é compreender os conceitos e evoluções da análise big data aplicada em serviços de saúde, considerando atividades que envolvam o diagnóstico, tratamento e gerenciamento do paciente. Baseado em uma revisão de literatura, se utilizando a base de dados Scopus e as palavras chaves health analytics e big data analytics sem limite temporal foram encontrados artigos que tratam especificamente da utilização da análise big data no contexto da saúde, representados por exemplos relacionados. Esclarecer conceitos e a evolução da sua performance pode instigar o surgimento de novas pesquisas. Desta forma, tempo e a tomada de decisão surge como uma ação desenvolvida entre a equipe de tecnologia da informação e equipe clínica, onde a partir das análises e interpretações da análise big data envolvendo paciente podem considerar variáveis como custo, tempo, decisão e desempenho da estrutura funcional como principal fator determinante alinhado a estratégia corporativa. Espera-se com este trabalho motivar pesquisadores que envolvam aspectos de saúde pública além de considerar a preocupação com a sobrevivência de pessoas acometidas.

Palavras chave: Análise de big data, serviços de saúde, análise de saúde, transferência de tecnologia.

Big data analysis applied to health services: a literature review

Abstract: The objective of this study is to understand the concepts and evolutions of big data analysis applied in health services, considering the activities that involve the diagnosis, treatment and management of the patient. Based on a literature review, using a Scope database and key health analysis and time-limiting big data analysis were found articles dealing with the use of big data analysis in the health context, represented by related examples. Clarifying concepts and the evolution of their performance may instigate or emerge new research. Thus, the time and decision to make a decision as an action developed between the information technology team and the clinical team, where from the analysis and interpretations of the big data analysis, patients can use as usage, time, team decision and performance. functional structure as the main determining factor of corporate strategy. This work is expected to motivate research involving aspects of public health, in addition to considering the concern with the survival of people affected.

Key-words: big data analytics, health services, health analytics, technology transfer.

1. Introdução

Em contextos organizacionais, especialmente em ambientes dos quais o volume de dados e informações é elevado e muitas vezes não considerado, cabe a utilização de técnicas e ferramentas capazes de analisar e interpretar este volume com o intuito de melhorar o desempenho de determinadas atividades, conhecido como big data, este problema da computação tem sido amplamente discutido e utilizado dando um real significado a armazenagem informacional.

Volume, variedade, velocidade e veracidade, são características que são explicitadas e marcantes das aplicações big data, (MOUTSELOS; KYRIAZIS; MAGLOGIANNIS, 2018; OUSSOUS et al, 2018), considerando contextos de saúde pública, amplitude de cobertura do Sistema Único

de Saúde bem como clínicas particulares, laboratórios e centros de especialidades, produzem um elevado volume de dados e informações que podem ser utilizados em análise preditiva com viés estratégico de tomada de decisão.

Nosso problema de pesquisa, é compreender conceitos e evoluções que cercam a análise de saúde a partir da análise big data, onde o gerenciamento de dados e sua interpretação podem ocasionar vários desafios relacionados a tamanho, formato, heterogeneidade e incongruência amostral (ZHOU et al, 2019), possibilitando interpretações representadas pelo conhecimento e expressadas nas ações de tomada de decisão no tratamento e gerenciamento dos pacientes.

2 Big data

A coleta e o manuseio do big data é um desafio, mas se apresenta também como uma oportunidade de aprofundamento com viés econômico sobre os problemas emergentes de saúde (MOUTSELOS; KYRIAZIS; MAGLOGIANNIS, 2018).

Definições são esclarecidas por alguns autores, big data na concepção de Manjika (2011) é o conjunto de dados onde seu tamanho está além da capacidade das ferramentas tradicionais de armazenagem de dados com iniciativas de coletar, armazenar, gerenciar e analisar possibilidades de extração de informação. O que frequentemente é encontrado na literatura a cerca de definições big data, está relacionado ao tamanho dos dados, geralmente, grandes, e apresentam multidimensionalidade em razão das suas características (EMANI, CULLOT, NICOLLE, 2015).

O Big Data exige recursos relevantes, métodos e tecnologias robustas capazes de limpar, processar, analisar, proteger, e fornecer um acesso granular a grandes conjuntos de dados em evolução oriundos de diferentes provedores e instituições diretamente influenciado por tecnologias emergentes como computação em nuvem, internet das coisas (OUSSOUS et al, 2018).

Ainda, os autores citados a cima, destacam que a natureza dos dados dos quais são tratados por soluções big data são estruturados, não estruturados e semiestruturados, destacando sua natureza heterogênea, ainda sim, devido sua natureza complexa, ferramentas tradicionais de inteligência em negócios não podem ser superiores as aplicações de Big data.

A caracterização do big data acontece a partir do volume, onde dados digitais são gerados continuamente por diferentes dispositivos de tecnologia da informação, e seu crescimento é extremamente acelerado, caracterizando a velocidade, estes precisam ser processados para extrair informações relevantes bem como construção de insights, por fim a variedade, momento em que destaca-se a natureza heterogênea dos dados (OUSSOUS et al, 2018).

Outros autores, Gandomir e Haider (2015), apresentam outras características que definem de forma consisa Big data:

Visão: Definição de um objetivo;

Verificação: Dados processados conforme especificações;

Validação: Cumprimento do objetivo;

Valor: Pertinência das informações

Complexidade: Evolução e relacionamentos dos dados;

Imutabilidade: Pode ser permanente, desde que, seja gerenciado.

Devido as caracterizações e formas de processamento, a necessidade de requisitos de hardware e software das aplicações big data é elevada, pois as ações de coletar, integrar e armazenar representam alguns desafios do gerenciamento de dados, para garantir a eficiência, é fundamental ter o processo de extração de informações confiável e procurar diminuir significativamente despesas (EMANI, CULLOT, NICOLLE, 2015).

Com esta complexidade, os desafios em atuar com big data está na possibilidade de torna-lo gerenciável, ou seja, facilitar a extração de informações confiáveis há um custo aceitável, momento do qual a agregação de dados provenientes de diferentes fontes codificadas ou não representa ganhos de eficiência em termos de armazenagem, acesso, gerenciamento e segurança (OUSSOUS et al, 2018).

Com esta compreensão, os próximos passos serão entender como a análise big data desenvolvida a partir de técnicas analíticas permitem encontrar achados significativos que podem revelar condições estratégicas interessantes a gestão, operações, negócios e principalmente a vantagens competitivas sustentáveis.

2 Análise de saúde através da análise big data

Relacionar a análise de saúde a a partir de aplicações big data pode contribuir para o conhecimento coletivo, rastrear os resultados da estratégia de prevenção em saúde além de aumentar a eficiência no processo de gerenciamento do paciente, este contexto pouco explorado por gestores, engenheiros e formuladores de políticas de saúde pode representar uma oportunidade de exploração (MOUTSELOS; KYRIAZIS; MAGLOGIANNIS, 2018).

O big data gerado no contexto de análise da saúde, pode representar uma forma de personalização dos serviços, buscando permanentemente a eficiência (NAMBIAR et al, 2013). Partindo de diferentes fontes de dados heterogêneas, quando a análise é realizada, as condições benéficas são marcantes, como ajuste de prescrição médica online, adaptação de plano de saúde aos sintomas da população, evoluções de doenças além de considerar o aprimoramento de tratamentos e operações hospitalares e minimizar gastos com saúde (OUSSOUS et al, 2018).

Técnicas analíticas permitem a análise big data, escopo de ferramentas e recursos de armazenagem podem contribuir com o desenvolvimento da análise, para os autores Emani, Cullot, Nicolle, (2015), algumas técnicas merecem destaque em virtude da variedade de dados:

- Regras de associação: procurar relacionamentos entre entidades
- Aprendizado de máquina: aprender padrões complexos para tomar decisões inteligentes baseadas em máquina
- Mineração de dados: desenvolve a combinação de estatísticas, aprendizado de máquina e gerenciamento de banco de dados
- Análise de cluster: utilizada na forma de aprendizado de máquina não supervisionado, seu objetivo é dividir os dados em grupos menores, com o mesmo conjunto de características que ainda não são conhecidas
- Crowdsourcing: usado para coleta de dados, metadados e/ou recursos objetivando aprimorar a semântica atual dos dados
- Análise de texto: visa analisar grandes coleções de textos para extrair informações, podendo ser utilizado para modelagem de tópicos, com a relação pergunta e resposta.

Além das técnicas analíticas, o termo análise, reúne dados oriundos dos sistemas de informações gerenciais, pesquisa operacional, e estatística (GALETSI; KATSALIAKI, 2019).

De forma notável, as partes interessadas como (médicos, pacientes, organizações de saúde, governo, universidade) estão de alguma forma interessados em maximizar o potencial da análise de saúde baseada em big data, em virtude da falta de profissionais qualificados, muitas partes interessadas recorrem a automação de gerenciamento de dados por outras

organizações, dificultando respostas rápidas as demandas existentes (GALETSI; KATSALIAKI, 2019).

Com os requisitos de hardware e software, a análise de saúde baseada em análise big data precisa de profissionais qualificados capazes de integrar dados de fontes diversas e aplicar técnicas analíticas que permitam a extração informacional.

3 Metodologia

Com carácter metodológico bibliográfico, esta pesquisa se ateve a encontrar publicações que tratam especificamente de análise de saúde e análise big data. Nossa estratégia foi baseada em etapas que permitiu de forma consisa o atendimento do problema de pesquisa:

1 etapa: estabelecimento da intenção de pesquisa; **comprender conceitos e evoluções da análise big data aplicada a análise de saúde.**

2 etapa: definição e combinação de palavras-chaves: **health analytics, big data analytics.**

3 etapa: estabelecimento das bases de dados para investigação: **Scopus.**

4 etapa: escolha do limite temporal de pesquisa: **sem limite temporal.**

5 etapa: Seleção dos tipos de publicações: **artigos e artigos de conferência.**

Na seção seguinte, são expostos os artigos encontrados e discutido apresentando técnica utilizada e contexto aplicado e como foi estabelecido a processo de análise big data promovendo um elo com a análise de saúde.

4 Resultados

Obedecendo as bases de dados para investigação para fins de sistematização dos achados relevantes, na base de dados Scopus, foram encontrados 14 publicações que tratam especificamente do tema, uma publicação foi excluída devido ser uma anotação de aula, a análise de algumas característica específicas como:

- **Número de publicações por ano;**
- **Principais autores e suas publicações;**
- **Países que publicam sobre o tema;**
- **Principais periódicos**
- **Área objeto de estudo da publicação.**

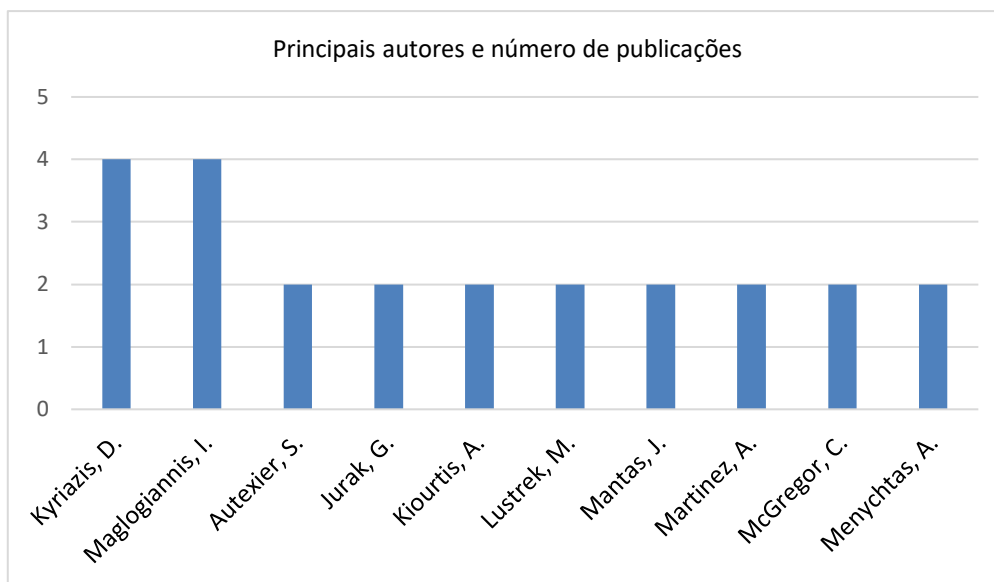
No gráfico 1 são apresentados o número de publicações por ano na base de dados Scopus:



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Gráfico 1 – Número de publicações por ano

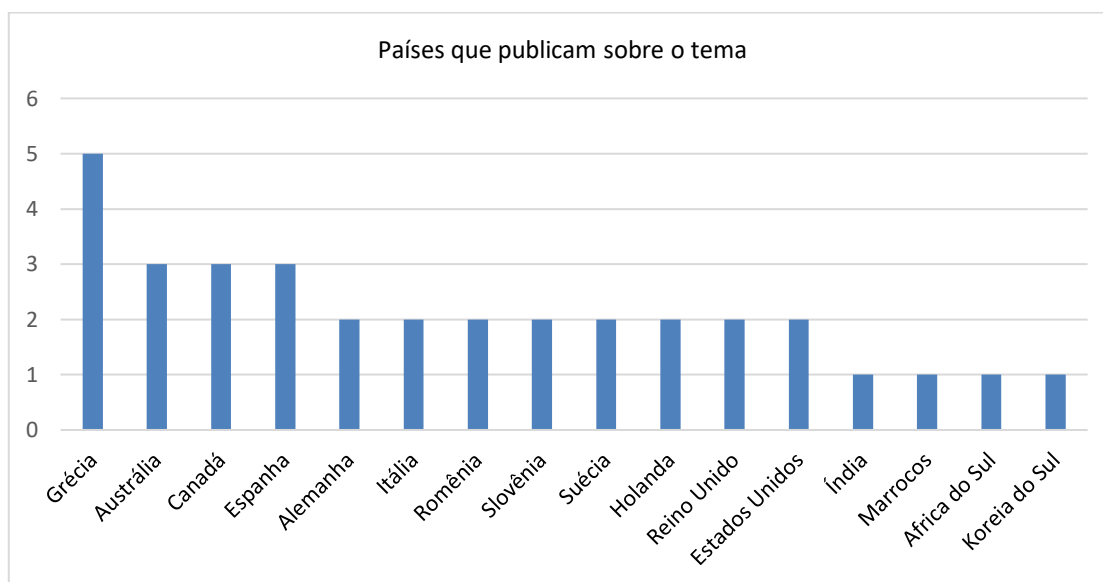
Observando outra característica, principais autores e o número de publicações, no gráfico 2 são expostos:



Fonte: dados da pesquisa (2019)

Gráfico 2 – Principais autores e número de publicações

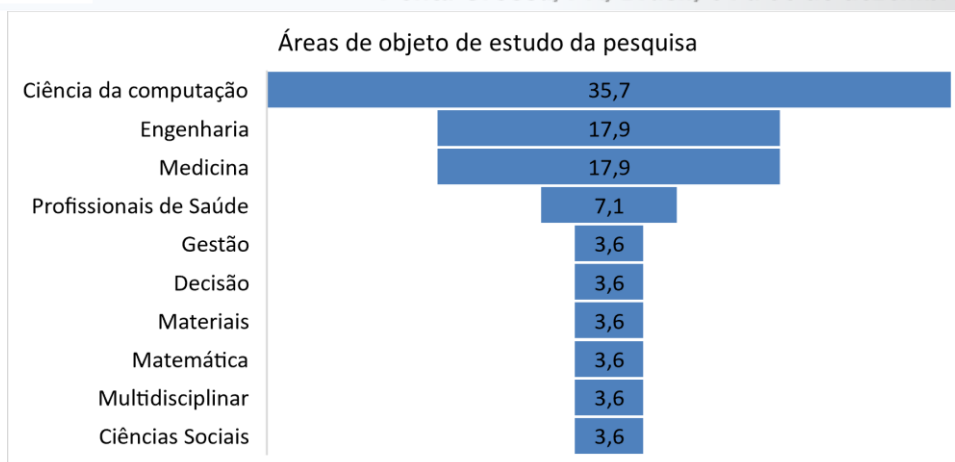
Sobre os países que mais publicam sobre o tema, o gráfico 3 destaca a quantidade de publicação por país, contudo, os números apresentados são em relação a autores e suas filiações não refletindo o total de publicações encontra na base de dados Scopus.



Fonte: dados da pesquisa (2019)

Gráfico 3 - Países que publicam sobre o tema

Em relação as áreas de objeto de estudo da pesquisa, foram levandas as principais áreas de desenvolvimento de pesquisas dos quais seus experimentos foram publicados em periódicos internacionais, destacando os percentuagens que representam cada área



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Grafico 3 – Áreas de objeto de estudo da pesquisa

Na tabela 1 abaixo, são apresentados os principais periódicos dos quais possuem alguma publicação sobre o tema de pesquisa, devido ao número de publicações encontradas, todos os periódicos e conferências são expostos

| Principais Periódicos e Conferências |
|--|
| Scientific Reports |
| Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems |
| 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2018 |
| Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2018 |
| Journal of the Operational Research Society |
| Studies in Health Technology and Informatics |
| Procedia Computer Science |
| IEEE Access |
| Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems |
| Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems |
| Studies in Health Technology and Informatics |
| Proceedings - IEEE International Congress on Big Data, BigData Congress 2015 |
| Advances in Intelligent Systems and Computing |
| Lecture Notes in Computer Science |

Fonte: dados da pesquisa (2019)

Tabela 1 – Principais Periódicos e Conferências

4.1 Discussão

As publicações encontradas em uma análise inicial e perceptível que o tema em si vem sido tratado nos últimos 5 anos, destacando sua contemporaneidade, devido ser um tema relacionado a ciência da computação, a evolução tecnológica do uso de técnicas analíticas e big data acompanham áreas como engenharia, negócios e medicina, mas, quando falamos em análise de saúde baseada em análise big data o número de investigações cai consideravelmente.

Um dos desafios iniciais, é ter a disponibilidade a variedade de dados que circulam este ambiente, tendo atenção a esta questão, a investigação realizada por ZHOU et al. (2019), publicada na revista Scientific Reports, considerou o Biobank do Reino Unido como objeto de análise, este é um banco de dados do serviço nacional de saúde que fornece informações valiosas sobre a saúde humana divididos em dados demográficos, saúde e doenças.

Estes autores procuraram desenvolver uso da técnica analítica de aprendizado de máquina voltado aos principais determinantes da doença mental, em especial a depressão, ainda, desafios analíticos foram seleção de recursos, harmonização dos dados e análise de dados.

Na distribuição das análises das informações do Biobank, utilizaram dados demográficos, clínicos, biológicos, imagem, genômica e dados de questionários, especificamente a ressonância magnética, compreendendo 3.297 medidas morfométricas. Após isso, desenvolver um sistema capaz de apoiar a decisão de detectar a presença e prevenção de doenças comuns. Com publicação em um evento chamado, Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, McGregor; Majola, (2019), abordaram a circuncisão masculina tradicional e como a análise de saúde com um serviço baseado em nuvem pode ajudar a salvar vidas e preservar os costumes, os autores propõem uma plataforma que ajuda na coleta de dados fisiológicos, dando suporte a tomada de decisão em tempo real dando informações sobre condições que podem se desenvolver durante o processo, toda iniciativa tem relação com análise big data, visto que um repositório é constituído.

Registros holísticos de saúde e análise big data foram discussões apresentados pelos autores Gallos et al (2019), no periódico Studies in Health Technology and Informatics, os autores apresentam técnicas de big data podem ser utilizadas nos dados armazenados ou seja, registros holísticos de saúde, momento em que correlações e extrações de diferentes fontes de dados utilizados por diferentes análises como análise de risco, mineração de caminhos, previsão e análise causal.

Revisão de literatura sobre análise big data e análise de saúde é apresentada por Galetsi, Katsaliaki (2019), publicado em um periódico com factor de impacto o Journal of the Operational Research Society, basicamente, os autores criam perfis para fornecer uma visão geral da dinâmica de publicação da análise big data no campo da saúde e discutem exemplos relacionados com base na revisão de literatura.

Gestão da saúde e formulação de políticas de saúde pública a partir da análise big data são abordados pelos autores Moutselos, Kyriazis, Maglogiannis (2018), trabalho publicado no 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2018, os autores desenvolveram um modelo conceitual de um ambiente web modular que objetiva explorar dados sobre saúde e conhecimentos pré-existentes sobre modelos de políticas de saúde pública, consideram mecanismos de previsão, análise causal e risco.

Análise de saúde e as ferramentas analíticas de saúde são preocupações elencadas pelos autores Moutselos, Kyriazis, Diamantopoulou, Maglogiannis (2018), apresentadas no Proceedings - IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2018, os autores, destacam que as ferramentas são dissociadas do banco de dados e da interface do usuário, a iniciativa oferece processo de modificação e construção de novos modelos de políticas de saúde baseado na associação de ferramentas analíticas de saúde.

Registros eletrônicos de saúde e a aplicação de ferramentas analíticas com foco em aprimorar o trabalho de profissionais de saúde representam o objetivo do trabalho desenvolvido pelos autores Khennou, Khamlich Chaoui (2018) publicado no periódico Procedia Computer Science, os autores exploram com previsão e adaptação as ferramentas analíticas aplicadas aos registros eletrônicos de saúde, onde seu objetivo é obter novos olhares sobre o paciente a partir dos profissionais de saúde, entretanto, a exploração deste recurso é baixa.

Com foco em aspectos tecnológicos considerando desafios, fonte de dados, tecnologias e orientação da análise big data na área de saúde, instigam a produção de um aplicativo analítico de saúde integrado voltado a analisar a grande disponibilidade de dados existentes,

está investigação foi publicada no periódico IEEE Access pelos autores Harerimana, Jang, Kim, Park (2018), destacando um conceito da internet das coisas médicas.

Preocupado com a qualidade do atendimento, a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de saúde e assistência social, a análise big data e suas tecnologias podem ter o potencial de processar e analisar esses dados com viés de produzir idéias relevantes bem como auxiliar o processo de tomada de decisão, os autores Gonzalez, Vilar, Lupianez-Villanueva (2017) apresentaram um trabalho no Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems sobre sistemas médicos baseados em computador, com o objetivo, de apresentar uma metodologia para abordar a análise big data voltada a um prestador de cuidados integrados.

Publicado no mesmo Simpósio IEEE anterior, Balaji, Patil, Macgregor (2017) com o projeto Artemis aplicado em um hospital em Toronto, Canadá, a análise big data é praticada alimentando o sistema de suporte a decisão clínica, os autores apresentam oportunidades e desafios a cerca de cuidados intensivos pediátricos visando melhorar a assistência médica em locais que possuem poucos recursos, baseado em monitoramento remoto de pacientes em tempo real.

Saúde personalizada a partir de políticas de saúde e análise de registros holísticos a partir de big data são o foco da Kbioassist (2017), em estudo publicado no periódico Studies in Health Technology and Informatics, baseado na abordagem Crowdhealth, do qual destaca os determinantes da saúde e os registros holísticos de saúde, agrupados em clusters considerando contexto clínico, social, e humano dos segmentos populacionais produzindo conhecimento coletivo sobre diferentes fatores.

Proceedings - IEEE International Congress on Big Data, BigData Congress 2015, foi o evento do qual os autores Abusharekh, Stewart, Hashemian, Abidi (2015), publicaram sua investigação, do qual apresentam uma análise de saúde baseada em big data representada pela plataforma H-drive, ambiente de inferência e visualização para reconciliação de dados de integridade, esta plataforma é um ambiente de trabalho do qual fornece experimentos analíticos e análises complexas de dados de saúde visando tomada de decisão baseada em evidências, os autores relatam o caso de um laboratório patológico do qual descrevem seu desempenho em termos operacionais.

Com foco na ativação do paciente, ou seja, aqueles que desempenham um papel ativo no gerenciamento da sua própria saúde e cuidados da saúde na percepção da confiança na capacidade de gerenciar sua própria saúde. Publicado no periódico Advances in Intelligent Systems and Computing, os autores Kakhki, Singh, Loyd (2015) discutem este aspecto considerando a análise big data na identificação, monitoramento e aprimoração da organização de saúde na ativação do paciente promovendo a análise de saúde.

5 Considerações finais

Atendendo o objetivo do artigo, este permitiu explorar os conceitos e evoluções da análise de saúde baseada em análise big data, possibilitando conhecer este fenômeno contemporâneo do qual nacionalidades que possuem um sistema de saúde com ampla cobertura podem efetivamente a partir de técnicas de big data e técnicas analíticas orientar a análise de saúde com foco em aspectos operacionais e estratégicos das políticas de saúde.

Nas publicações analisadas foram encontrados aspectos significativos representados por tecnologia, contexto aplicado e técnica analítica e sua relação com o tratamento e gerenciamento do paciente, permitindo aos profissionais de saúde análises de causa, risco, previsão, registros eletrônicos e suporte a tomada de decisão.

Os textos em que houve aplicação da análise big data são hospitais, laboratório patológicos, gerenciamento da ativação do paciente, prestador de cuidados integrados, banco de dados sobre saúde de determinado governo, base de registros holísticos e eletrônicos de saúde.

Durante o processo de análise de todas as publicações indexadas na base de dados Scopus a partir das palavras chaves health analytics e big data analytics que o número de publicações é pequeno em relação a complexa que o problema contexto apresenta, poucas publicações estão indexadas em periódicos com fator de impacto, apresentando assim uma oportunidade aos pesquisadores em desenvolver investigações neste contexto.

Desafio da análise de saúde baseada em análise big data está da complexidade dos dados oriundos de diferentes bases, entretanto, é possível estabelecer análise de saúde em sistemas complementares ao sistema principal, possibilitando a aplicação de técnicas analíticas capazes de influenciar o tempo de tratamento ou tempo e decisões no gerenciamento de pacientes.

Referências

ABUSHAREKH, A et al. H-DRIVE: A Big Health Data Analytics Platform for Evidence-Informed Decision Making. In: **2015 IEEE International Congress on Big Data**. IEEE, 2015. p. 416-423.

BALAJI, S.; PATIL, M; MCGREGOR, C. A cloud based big data based online health analytics for rural nicus and picus in india: Opportunities and challenges. In: **2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)**. IEEE, 2017. p. 385-390.

EMANI, C K; CULLOT, N; NICOLLE, C. Understandable big data: a survey. **Computer science review**, v. 17, p. 70-81, 2015.

GALETSI, P; KATSALIAKI, K. A review of the literature on big data analytics in healthcare. **Journal of the Operational Research Society**, p. 1-19, 2019.

GANDOMI, A; HAIDER, M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. **International journal of information management**, v. 35, n. 2, p. 137-144, 2015.

GONZALEZ-ALONSO, P.; VILAR, R.; LUPIÁÑEZ-VILLANUEVA, F. Meeting Technology and Methodology into Health Big Data Analytics Scenarios. In: **2017 IEEE 30th International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)**. IEEE, 2017. p. 284-285.

HARERIMANA, G et al. Health big data analytics: A technology survey. **IEEE Access**, v. 6, p. 65661-65678, 2018.

KAKHKI, M D; SINGH, R; LOYD, K W. Developing Health Analytics Design Artifact for Improved Patient Activation: An On-going Case Study. In: **New Contributions in Information Systems and Technologies**. Springer, Cham, 2015. p. 733-739.

KBIOASSIST, S. CrowdHEALTH: Holistic Health Records and Big Data Analytics for Health Policy Making and Personalized Health. **Informatics Empowers Healthcare Transformation**, v. 238, p. 19, 2017

KHENNOU, F; KHAMLICHI, Y I; CHAOUI, N E H. Improving the Use of Big Data Analytics within Electronic Health Records: A Case Study based OpenEHR. **Procedia Computer Science**, v. 127, p. 60-68, 2018.

MANYIKA, J. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. http://www.ckinsey.com/Insights/MGI/Research/Technology_and_Innovation/Big_data_The_next_frontier_for_innovation, acesso em: 22 de set 2019.

MCGREGOR, C; MAJOLA, P X. Opportunities for a Cloud Based Health Analytics as a Service for Eastern Cape Initiation Schools in South Africa. In: **2019 IEEE 32nd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)**. IEEE, 2019. p. 531-534.

MOUTSELOS, K; KYRIAZIS, D; MAGLOGIANNIS, I. A Web Based Modular Environment for Assisting Health Policy Making Utilizing Big Data Analytics. In: **2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)**. IEEE, 2018. p. 1-5.

MOUTSELOS, K et al. Trustworthy data processing for health analytics tasks. In: **2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)**. IEEE, 2018. p. 3774-3779.

NAMBIAR, R et al. A look at challenges and opportunities of big data analytics in healthcare. In: **2013 IEEE international conference on Big Data**. IEEE, 2013. p. 17-22.

OUSSOUS, A et al. Big Data technologies: A survey. **Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences**, v. 30, n. 4, p. 431-448, 2018.

WLODARCZAK, P; SOAR, J; ALLY, M. Reality mining in eHealth. In: **International Conference on Health Information Science**. Springer, Cham, 2015. p. 1-6.

ZHOU, Y et al. Predictive Big Data Analytics using the UK Biobank Data. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 6012, 2019.