

Mineração de Processos na Área da Saúde – Um Estudo Bibliométrico

Sariah Ester Torno Mourão (UFPR) sariah@ufpr.br

Ricardo Mendes Junior (UFPR) mendesjr@ufpr.br

José Eduardo Pécora Junior (UFPR) pecora@ufpr.br

Adriana de Paula Lacerda Santos (UFPR) adrianapls1@gmail.com

Eduardo Alves Portela Santos (UFPR) portela@ufpr.br

Resumo

Em sistemas da área da saúde é fundamental o conhecimento de como os processos são executados, uma vez que pode existir algum tipo de desvio entre o que acontece e o que deveria acontecer. A mineração de processos fornece uma imagem real do que está acontecendo, explicitando diversas perspectivas acerca das atividades, recursos e informações dos processos. Esta área de estudo está preocupada com a descoberta, monitoramento e melhoria dos processos operacionais por meio da extração de conhecimento a partir de registros gerados pelos sistemas de informação. Sendo assim, a produção científica contribui para a continuidade e evolução dos estudos nessa área de conhecimento. Portanto, o objetivo principal desse artigo é analisar quantitativamente os estudos realizados sobre Mineração de Processos na Área da Saúde. Trata-se de uma investigação bibliométrica através da base de dados da WoS. A pesquisa gerou uma amostra constituída por 24 publicações sobre o tema. Os resultados foram apresentados por meio de uma estatística descritiva com a identificação dos principais trabalhos internacionais.

Palavras-Chaves: Mineração de processos, área da saúde, bibliometria.

1. Introdução

Com a constante e recente necessidade das organizações disponibilizarem processos cada vez mais eficientes e com menor custo, a utilização de sistemas de informação (SI) para suportar a execução de processos de negócio aumentou consideravelmente. Nestes tipos de sistemas, as companhias têm se mostrado extremamente ágeis para capturar, organizar e armazenar grandes quantidades de dados obtidos de suas operações diárias (SONG et al., 2008). Por meio destes dados é possível identificar a forma como os processos foram estruturados, como estes estão relacionados e de que maneira as pessoas estão envolvidas, permitindo assim, a criação do conhecimento organizacional e, por conseguinte, um controle gerencial maior (FRANCISCO; SANTOS, 2011).

A mineração de dados, ou *data mining*, consiste no uso de técnicas automáticas de exploração de grandes quantidades de dados de forma a descobrir novos padrões de associações, mudanças, anomalias e estruturas significativas, que não seriam possíveis de entender ou analisar devido à complexidade e dimensão da base de dados (ZHANG et al., 2009).

Já a mineração de processos (*process mining*) é uma disciplina jovem localizada entre o aprendizado de máquina e mineração de dados, e a modelagem de processos e análise. Um dos elementos-chave da mineração de processos é a ênfase no estabelecimento de uma relação

entre um modelo de processo e a realidade, capturada sob a forma de registros de eventos. Com isso, esta técnica busca descobrir, monitorar e otimizar processos através dos dados extraídos dos sistemas atuais (AALST, 2011).

A implementação da mineração de processos na área da saúde é um campo relativamente novo e seu uso pode ajudar na tomada de decisão, redução de custos, identificação dos fluxos seguidos por pacientes com determinadas doenças, correlação entre os tratamentos administrados, chances de cura, complicações, qualidade dos tratamentos, entre outros (MEDEIROS et al., 2008, REBUGE; FERREIRA, 2012). Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a produção científica sobre a Mineração de Processos na Área da Saúde de maneira quantitativa. A metodologia utilizada é a revisão da literatura, tendo como base o estudo bibliométrico.

Inicialmente, o trabalho apresenta um referencial teórico sobre Mineração de Processos, Mineração de Processos na Área da Saúde e Bibliometria. Posteriormente, é estabelecida a metodologia utilizada para a pesquisa e, em sequência, é apresentada a análise dos resultados, bem como as conclusões do estudo.

2. Referencial teórico

2.1. Mineração de processos

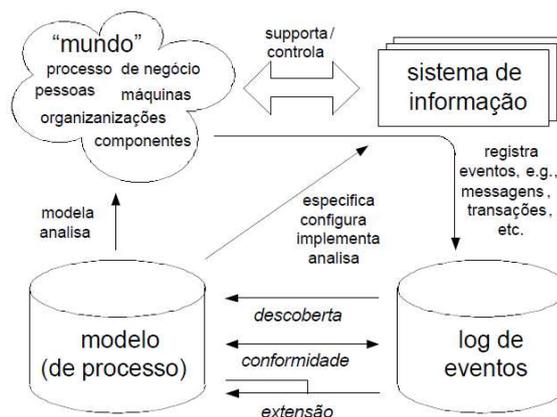
A mineração de processos surgiu como uma forma de analisar os sistemas e seu uso efetivo, baseado no log de eventos produzidos por esses sistemas. O tema possui estreita relação com o conceito clássico de mineração de dados. Para Han et al. (2012), a mineração de dados refere-se à “extração de conhecimento de grandes quantidades de dados, por meio automático ou semiautomático, a fim de descobrir padrões e regras significativos”. De forma semelhante, a mineração de processos concentra-se na extração de padrões. Porém, ela é voltada para as relações de sequência e concorrência entre eventos. Enquanto a mineração de dados dedica-se em evidenciar tendências nos dados e relacionamentos entre atributos, com a mineração de processos busca-se entender como um determinado processo é executado, com base na análise de cada uma de suas instâncias (CRUZ, 2010).

O propósito da mineração de processos é descobrir, monitorar e melhorar processos, extraindo conhecimento de eventos produzidos. A forma do conhecimento extraído está tipicamente relacionada aos objetivos que se tem com a aplicação da mineração de processos (AALST, 2011).

Neste contexto, existem três aplicações possíveis: a descoberta do modelo de processo, a verificação da conformidade, ou seja, possibilita detectar, localizar, medir e explicar os desvios entre o modelo à priori e o modelo real, e a extensão de um modelo de processo, que busca complementar ou aperfeiçoar um modelo de processo existente. As técnicas de mineração buscam descobrir diferentes tipos de modelos para diferentes perspectivas do processo: o controle de fluxo ou perspectiva do processo, a perspectiva organizacional e a perspectiva de dados. O formato de saída do modelo depende da técnica utilizada (RUBIN, 2007, AALST, 2011).

A mineração de processos extrai informações de registros de eventos e fornece automaticamente a descrição dos processos atuais pela visualização do fluxo de processo de dados reais (BOSE; AALST, 2012). A figura 1 fornece uma visão geral das perspectivas da mineração de processos em um ambiente suportado por algum tipo de sistema de informação.

Figura 1 – Visão geral da mineração de processos



Fonte: Medeiros, Gimenes e Toledo (2008)

2.2. Mineração de processos na área da saúde

Não existe uma definição absoluta sobre os processos na área da saúde, sendo classificados como processos de tratamento médico ou organizacionais genéricos. A primeira classificação está diretamente ligada ao paciente e a segunda está ligada aos processos organizacionais e administrativos que suportam os processos de tratamento médico em geral (KAYMAK et al., 2012, REBUGE; FERREIRA, 2012).

Esses processos requerem a cooperação interdisciplinar e a coordenação de pessoas diferentes, em áreas diferentes. O quadro 1 apresenta as características desse ambiente e dos seus processos.

Quadro 2 – Características do ambiente da área da saúde e seus processos

Características	Fundamentos
Altamente dinâmico	Constante surgimento de novos medicamentos, procedimentos, tratamentos, doenças, entre outros.
Altamente complexo	Processos complexos de decisão médica, grandes quantidades de dados, a imprevisibilidade dos pacientes e tratamentos, entre outros.
Multidisciplinar	Caracterizados pela quantidade de departamentos especializados, disciplinas médicas e serviços de saúde.
Próprio	Pelo alto grau de variabilidade, caráter não repetitivo e ordem de execução não determinística em grande medida.

Fonte: Adaptado de Alvaro Rebuge e Diogo R. Ferreira (2012)

A mineração de processos na área da saúde permite a descoberta do modelo ou mapa do processo baseado em evidências e no comportamento do paciente, detectando os desvios relevantes do processo para minimizar o erro médico e maximizar a segurança do paciente, além de sugerir formas de melhorar a eficácia e a eficiência, bem como a satisfação do usuário e do paciente (WEBSTER, 2012). Existem várias ferramentas que buscam aprimorar os processos na área da saúde, como por exemplo, as diretrizes das práticas clínicas, que incluem recomendações para otimizar o tratamento clínico por meio de revisões sistemáticas de evidências e avaliações dos benefícios e malefícios de cada tratamento, objetivando melhorar a qualidade do tratamento, limitar variações injustificadas e reduzir custos (BEI et al., 2005, HUANG et al., 2014, PELEG, 2013). Outro exemplo é a abordagem chamada *Clinical Pathway Analysis Method* (CPAM), ou seja, um Método de Análise para Caminhos Clínicos. Esse método permite a extração de informações valiosas, organizacionais e médicas, sobre as atividades clínicas por meio dos logs de eventos dos sistemas de informação na área da saúde. CPAM permite que o analista adquira de forma eficaz e eficiente um profundo discernimento dos caminhos clínicos. Ao comparar as condições médicas específicas dos pacientes com os fatores utilizados para caracterizar as diferentes variantes dos caminhos clínicos, o perito médico pode identificar a melhor opção terapêutica. A mineração de processos com base em análise permite a aquisição de informações importantíssimas sobre os percursos clínicos. Além disso, a metodologia é adequada para avaliar o cumprimento dos caminhos clínicos, e também orientar e analisar os eventos adversos. Finalmente, a metodologia fornece suporte para provocar conhecimento tácito e prestar assistência à seleção do tratamento (CARON et al., 2014).

2.3. Bibliometria

A bibliometria começou a ser utilizada como uma prática disciplinar para observar os comportamentos da literatura e sua evolução de acordo com o contexto e com a época determinada (BUFREN; PRATES, 2005). Em 1934, Otlet definiu a bibliometria pela primeira vez como a fração da bibliografia que se ocupa da medida ou a quantidade aplicada ao livro, buscando um perfil dos registros do conhecimento, utilizando-se de um método quantificável (OTLET, 1986).

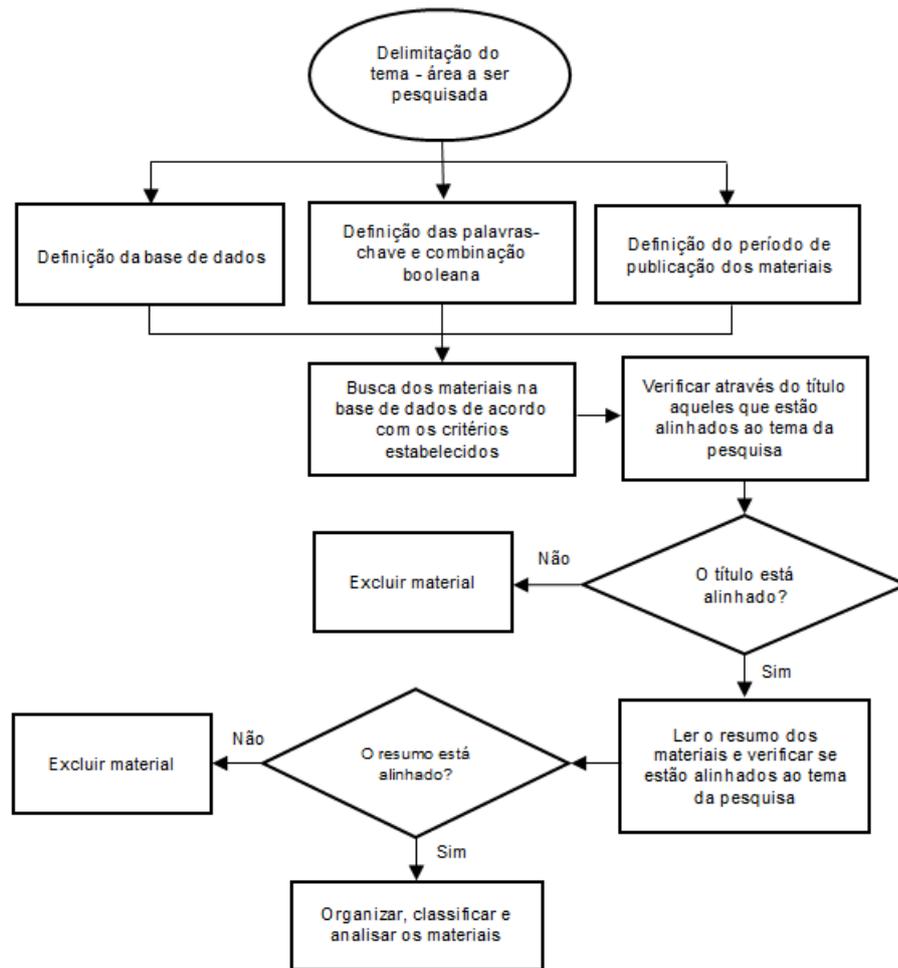
Para Guedes e Borschiver (2005), o método bibliométrico possibilita o mapeamento e a geração de distintos indicadores, para o gerenciamento das informações, reduzindo a subjetividade e produzindo conhecimento em determinada área de assunto.

Em 2006, Araújo descreveu a bibliometria como uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e propagação do conhecimento científico, que se desenvolveu de acordo com a elaboração de leis empíricas sobre o comportamento da literatura. Leite Filho (2006) elucidou que indicadores de performance bibliométricos são importantes para avaliar a pesquisa acadêmica, nortear rumos e estratégias de futuras pesquisas.

3. Metodologia

Para a realização desse trabalho foi feito um levantamento bibliográfico sobre o tema e um estudo bibliométrico para caracterizar a pesquisa. As etapas do desenvolvimento foram adaptadas do método proposto por Gohr et al. (2013) e estão demonstradas na figura 2 abaixo:

Figura 2 - Metodologia



Fonte: Adaptado de Gohr et al. (2013)

3.1. Definição da amostra

Para a definição da amostra dos trabalhos publicados sobre Mineração de Processos na Área da Saúde primeiramente elegeu-se um banco de dados, selecionou-se as palavras-chaves, estabeleceu-se a combinação booleana e determinou-se o período de publicação.

O banco de dados escolhido foi o repositório da Web of ScienceTM, pois é uma base multidisciplinar que indexa somente os periódicos mais citados em suas respectivas áreas. É também um índice de citações, informando, para cada artigo, os documentos por ele citados e os documentos que o citaram. Possui hoje mais de 9.000 periódicos indexados.

A escolha das palavras-chave foi feita com base no tema proposto. Foi feita uma busca avançada por Tópico (TS) com os termos em inglês “*health care*” OR “*healthcare*” e incluiu-se o termo “*process mining*” através do operador booleano AND, resultando em 51 trabalhos publicados.

3.2. Classificação

A pesquisa no repositório da WoS compôs uma amostra inicial de 51 trabalhos. Foi então realizado um primeiro filtro, mantendo apenas a coleção principal do repositório da WoS, sucedendo 48 trabalhos. Por fim foi feito um último refino mantendo apenas como tipo de documentos os artigos científicos, concluindo a pesquisa com 24 trabalhos. A figura 3 mostra cada uma das etapas de refino realizadas no site da WoS para o tema pesquisado. A pesquisa manteve todos os autores, editores, todos os anos de publicação, todas as agências financiadoras, todos os idiomas e todos os países e territórios.

Figura 3 – Refinos na pesquisa no site da Web of Science™

Histórico de pesquisa: Todas as bases de dados				Combinar resultados	Excluir resultados
Resultados	Resultados			AND OR	Selecionar todos
# 3	24	TS = (("health care" OR "healthcare") AND ("process mining")) Refinado por: Bases de dados: (WOS) AND Tipos de documento: (ARTICLE) Tempo estipulado=Todos os anos Idioma da pesquisa=Auto	Salvar histórico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
# 2	48	TS = (("health care" OR "healthcare") AND ("process mining")) Refinado por: Bases de dados: (WOS) Tempo estipulado=Todos os anos Idioma da pesquisa=Auto	Abrir histórico salvo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
# 1	51	TS = (("health care" OR "healthcare") AND ("process mining")) Tempo estipulado=Todos os anos Idioma da pesquisa=Auto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: Site Web of Science™ (2016)

3.3. Sistematização bibliométrica

A análise bibliométrica dos materiais encontrados foi realizada através de uma estatística descritiva. Para a organização, leitura, tratamento estatístico e ilustração dos resultados da amostra foram utilizados os softwares Excel® e Sobektextminer®.

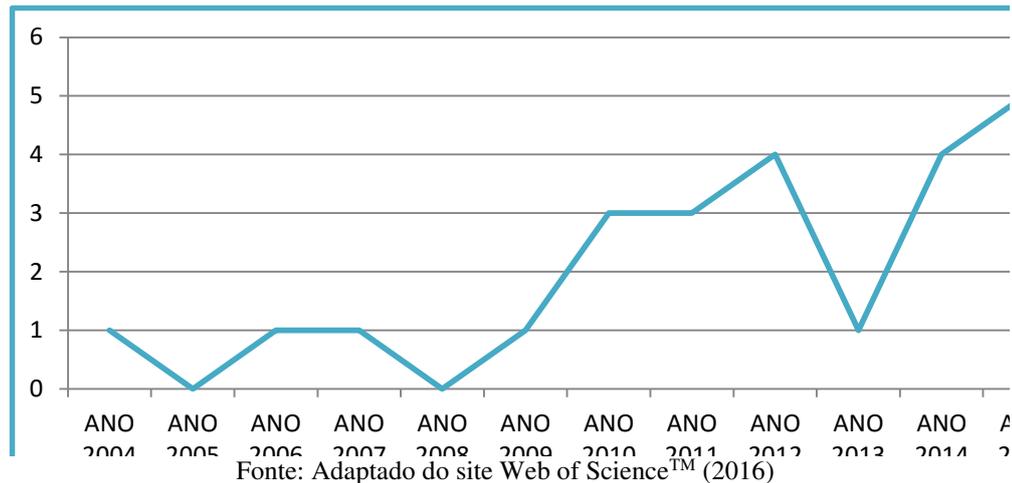
4. Análise dos resultados

O primeiro objetivo da análise descritiva buscou identificar a evolução dos trabalhos publicados de acordo com os anos, a fim de observar o desenvolvimento do tema ao longo do tempo, ou seja, identificar tendências de crescimento ou decréscimo de estudos na área.

Na figura 4 é possível observar que a primeira publicação relacionando mineração de processos e saúde foi em 2004, mostrando que o tema em estudo é recente. Percebe-se também que existe uma tendência de crescimento de estudos nessa área, pois os picos maiores foram em 2015 com 5 publicações, 2012 e 2014 com quatro publicações em cada ano, e os anos 2010 e 2011 com três publicações cada um. O autor Wil M. P. van der Aalst (2011), valida os resultados obtidos nesse trabalho com a seguinte descrição: “Quando a mineração de dados começou a florescer nos anos noventa, foi dada pouca atenção aos processos. Além

disso, só recentemente logs de eventos tornaram-se onipresente permitindo, assim, a descoberta de processos ponta a ponta. Desde o primeiro levantamento sobre a mineração de processos em 2003, o progresso tem sido espetacular. Técnicas de mineração de processos já estão em idade adulta e apoiadas por diversas ferramentas. O espectro de mineração de processos está ampliando significativamente” (AALST, 2011).

Figura 4 – Evolução das publicações sobre o tema pesquisado

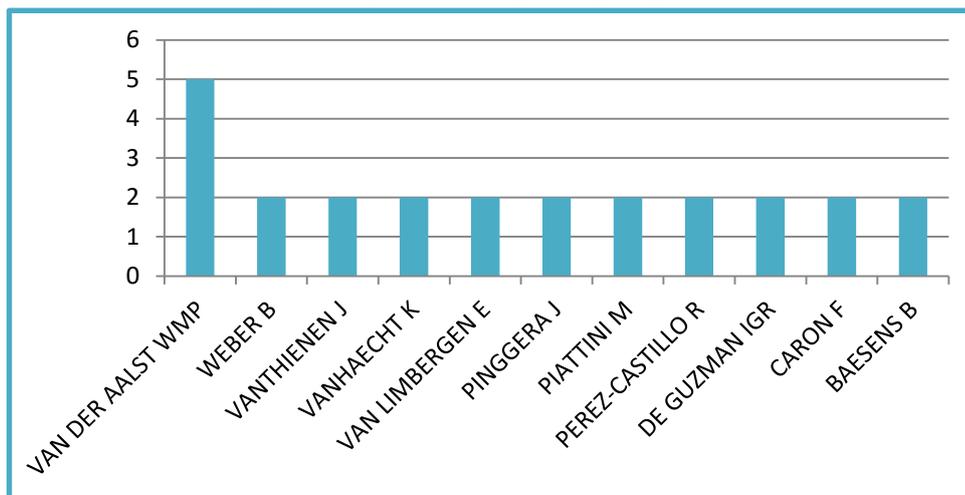


Na segunda análise descritiva, foram identificados os autores com o maior número de publicações na área, e na sequência, foram ranqueados os autores entre todos os trabalhos selecionados que apresentaram o maior número de citações.

Na figura 5 nota-se que o autor Wil M. P. van der Aalst tem a maior quantidade de trabalhos publicados sobre o tema pesquisado – mineração de processos na área da saúde, provavelmente em virtude dos interesses de pesquisa do autor, que inclui: gestão *workflow*, mineração de processos, redes de Petri, gestão de processos de negócio, modelo de processos e análises de processos.

Os autores Barbara Weber, Jan Vanthienen, Kris Vanhaecht, Erik Van Limbergen, Jochen de Weerd, Jakob Pinggera, Mario Piattini, Ricardo Perez-Castillo, Ignacio Garcia-Rodriguez de Guzman, Filip Caron e Bart Baesens ficaram com a segunda colocação com duas publicações cada um.

Figura 5 – Quantidade de publicações por autor



Fonte: Adaptado do site Web of Science™ (2016)

No quadro 2, são apresentados, entre todos os trabalhos selecionados, os autores e publicações com o maior número de citações pelas bases de dados Web of Science™ e Google Acadêmico®.

Com 53 citações pela Web of Science™ e 158 pelo Google Acadêmico®, o artigo *Mining process models with non-free-choice constructs* concentrou os seus esforços em modelos de mineração de processos com construção *non-free-choice*, ou seja, em situações que existe uma mistura de escolha e de sincronização, como, por exemplo, os hospitais. Embora a maioria dos processos da vida real apresente um comportamento *non-free-choice*, algoritmos existentes são incapazes de lidar adequadamente com tais construções. Assim, usando uma representação baseada em redes de Petri, os autores mostraram que existem dois tipos de dependências causais entre tarefas, ou seja, explícitas e implícitas. Então, os autores propuseram um algoritmo que é capaz de lidar com esses dois tipos de dependências, e os resultados experimentais mostraram que o algoritmo, de fato, melhora significativamente técnicas de mineração de processos existentes (WEN et al., 2007).

Quadro 2 – Citações por autor e por publicação

Título	Web of Science™	Google Acadêmico®	Autor	Ano
<i>Mining process models with non-free-choice constructs</i>	53	158	Lijie Wen, Wil M. P. van der Aalst, Jianmin Wang, Jianguang Sun	2007
<i>Business process analysis in healthcare environments: A methodology based on process mining</i>	36	133	Alvaro Rebuge, Diogo R. Ferreira	2012

<i>A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse</i>	34	124	Wan-Shiou Yang, San-Yih Hwang	2006
<i>Generating event logs from non-process-aware systems enabling business process mining</i>	21	34	Ricardo Perez-Castillo, Barbara Weber, Jakob Pinggera, Stefan Zugall, Ignacio Garcia Rodrigues de Guzman, Mario Piattini	2011
<i>Process Discovery: Capturing the Invisible</i>	15	46	Wil M. P. van der Aalst	2010

Fonte: Adaptado dos sites Google Acadêmico® e Web of Science™ (2016)

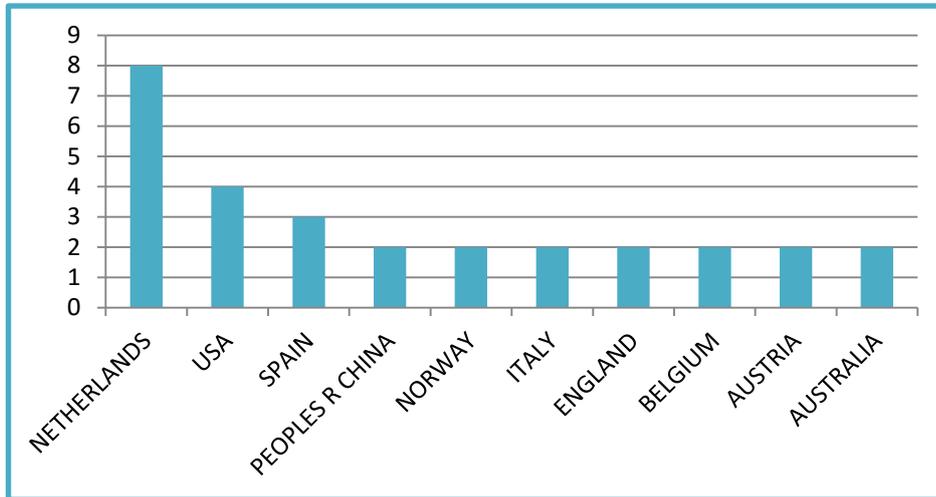
Rebuge e Ferreira (2012), citados 36 vezes no Web of Science™ e 133 no Google Acadêmico®, relatam que a implementação da mineração de processo na área da saúde é um campo relativamente novo, e seu uso pode ajudar a tomar a decisão clínica correta, reduzindo os custos e melhorando a qualidade do tratamento, entre outros. Os processos na área da saúde ocorrem em um ambiente em constante mudança, o que o torna um dos mais complexos quando comparado com os outros ambientes organizacionais, devido à flexibilidade e a quantidade de processos envolvidos. Esta área se destaca por sua alta imprevisibilidade e pela interação entre diversas áreas. Os autores então apresentam uma metodologia de aplicação das técnicas de mineração de processos para a identificação de um comportamento regular, variantes de processo, e casos médicos excepcionais. A abordagem é demonstrada em um estudo de caso realizado na emergência de um hospital em Portugal.

Por fim Wan-Shiou Yang e San-Yih Hwang (2006), utilizaram as técnicas de mineração de processos para detecção de fraudes e abusos nos sistemas de saúde. As abordagens propostas foram avaliadas objetivamente por um conjunto de dados reais coletados do programa *National Health Insurance* (NHI), em Taiwan. Os experimentos empíricos mostraram que as técnicas são eficientes e capazes de identificar alguns casos fraudulentos e abusivos.

A terceira análise descritiva buscou avaliar o conteúdo dos periódicos quanto ao país de origem. Observa-se na figura 6 uma predominância de trabalhos publicados na Holanda. Um resultado coerente, uma vez que o pesquisador Wil M. P van der Aalst faz parte da Universidade de Tecnologia de Eindhoven - Departamento de Matemática e Ciência da Computação, localizado nesse país. Os autores Ronny Mans, Hajo Reijers, Daniel Wismeijer, Chen Li, Andreas Wombacher respectivamente das instituições de pesquisa Universidade de Tecnologia de Eindhoven, Percept Software, Centro Acadêmico de Tandheelkunde Amsterdam e Universidade de Twente também colaboraram com a quantidade expressiva de publicações na Holanda.

Na segunda posição aparece os Estados Unidos com 4 publicações sobre o tema, seguido da Espanha com três e China, Noruega, Itália, Inglaterra, Bélgica, Áustria e Austrália, com duas publicações em cada país.

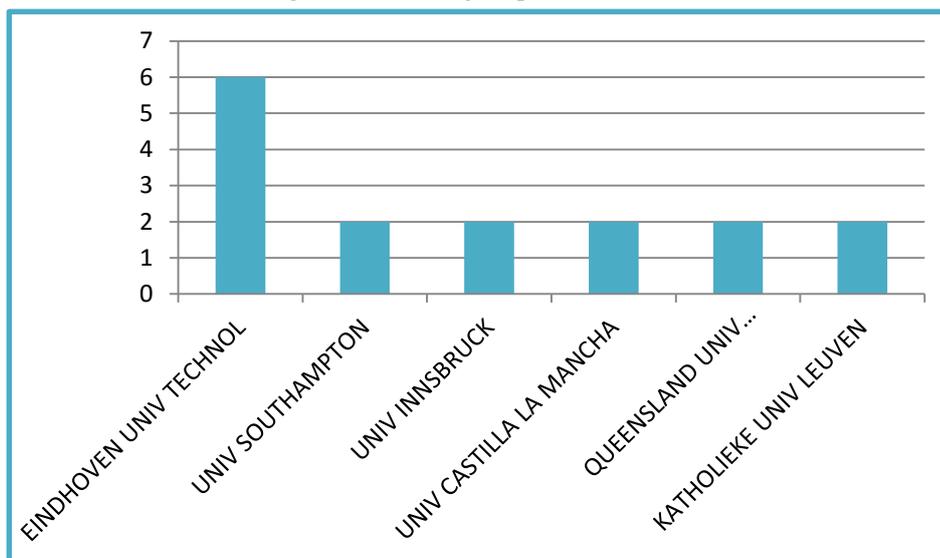
Figura 6 – Quantidade de publicações por país



Fonte: Adaptado do site Web of Science™ (2016)

A quarta análise buscou investigar as universidades que apresentam pelo menos duas publicações sobre o assunto abordado. Na figura 7 observa-se que as universidades que mais se destacam são: Universidade Holandesa de Tecnologia de Eindhoven com 6 publicações e as Universidades Inglesa de Southampton, Austríaca de Innsbruck, Hispânica Castilla-La Mancha, Australiana de Tecnologia de Queensland e a Belga Católica de Leuven com duas publicações cada universidade.

Figura 7 – Publicações por universidade



Fonte: Adaptado do site Web of Science™ (2016)

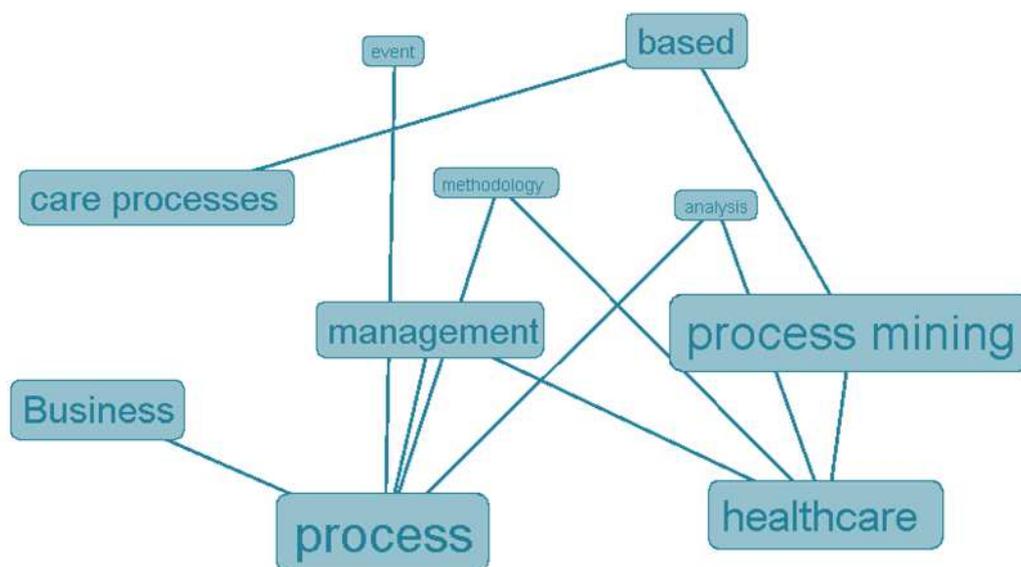
Para avaliar os principais setores de atuação, técnicas estatísticas de análise de agrupamento (*clustering*) e mineração de textos foram empregadas por meio do software SOBEK®.

A ferramenta SOBEK[®] é capaz de identificar conceitos relevantes em um texto a partir da análise da frequência dos termos presentes no material textual. O SOBEK[®] utiliza um processo conhecido como mineração de texto, definido como um método de extração de informações relevantes em bases de dados não estruturadas, ou semiestruturadas.

Tendo suas origens na mineração de dados, a mineração de textos tem se tornado cada vez mais popular, principalmente em função do crescimento da internet e da evolução da área de linguística computacional. A técnica se diferencia da mineração de dados pelo fato de que a última busca por padrões de informação em registros formais de bancos de dados, enquanto a mineração de textos emprega fontes de dados não estruturados.

Dessa forma, com o auxílio do *software*, foram analisados todos os títulos dos 24 artigos selecionados nesta pesquisa, com o objetivo de identificar as palavras de maior impacto na pesquisa, e também, se as palavras selecionadas estão relacionadas e possuem relevância com o estudo bibliométrico proposto.

Figura 8 – Mineração de textos pelos títulos dos artigos



Fonte: SOBEK[®] (2016)

As palavras maiores aparecem com maior frequência nos títulos. Dessa forma, os termos mineração de processos (*process mining*), sistemas de saúde (*healthcare*) e processos (*process*) estão presentes na maioria dos artigos, tendo como base (*based*), os cuidados nos processos (*care process*) e estando ligados a negócios (*business*), gestão (*management*), metodologia (*methodology*), e análises (*analysis*).

Muitos artigos propõem uma metodologia para gestão de processos de negócio. Do total dos 24 artigos, 6 propõem uma metodologia para aplicação da mineração de processos em sistemas de saúde, ou seja, 25% dos artigos publicados.

5. Considerações finais

A produção científica que abrange o estudo sobre Mineração de Processos na Área da Saúde – objetivo desse estudo – foi identificada e apresentada na Análise de Resultados.

De forma geral, os trabalhos analisados mencionam que os processos e atividades em sistemas de saúde são complexos, é relatado também que esses ambientes têm sido fontes importantes de estudo devido ao aumento da demanda por serviços médicos e que existem vários trabalhos de pesquisa sendo realizados para melhorar os processos clínicos, tais como, diminuir o tempo de espera para consultas, otimizar os agendamentos, identificar a melhor opção terapêutica, avaliar os caminhos clínicos, mediar os dados de eventos que refletem a realidade clínica, estabelecer as diretrizes clínicas que descrevem as melhores práticas na medicina, entre outros.

É válido ressaltar que a pesquisa relatada contribui para a compreensão e propagação do conhecimento disponível, para o desenvolvimento de novas metodologias e práticas e para dar um direcionamento àqueles que almejam inserir a mineração de processos de forma bem sucedida em seus processos.

Também é importante considerar que a pesquisa e definição da amostra se limitam aos trabalhos publicados na Web of Science™. Dessa forma, identifica-se a oportunidade de uma pesquisa que contemple outros trabalhos de diferentes bases de dados relevantes na área. Outra sugestão para trabalhos futuros é uma pesquisa detalhada das metodologias desenvolvidas pelos autores para aplicação da mineração de processos em sistemas de saúde.

REFERÊNCIAS

- AALST, Wil M. P. van der. **Process Mining – discovery, conformance and enhancement of business processes**. Springer, 2011.
- ARAÚJO, Carlos. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 2, p.11-32, jan-jun. 2006.
- BEI, A.; DE LUCA, S.; RUSCITI, G.; SALAMON, D. Health-Mining: A Disease Management Support Service Based on Data Mining and Rule Extraction. **Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference**, Shanghai, China, Setembro, 2005.
- BOSE, R. P. Jagadeesh Chandra; AALST, Wil M. P. van der. Process Diagnostics Using Trace Alignment: Opportunities, Issues and Challenges. **Information Systems**, v. 37, n° 2, p. 117-141, 2012.
- BUFREM, Leilah.; PRATES, Yara. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, p. 9 – 25, 2005.
- CARON, Filip; VANTHIENEN, Jan; VANHAECHT, Kris; LIMBERGEN, Erik Van; WEERDT, Jochen de; BAESENS, Bart. Monitoring care processes in the gynecologic oncology department. **Computers in Biology and Medicine**, v. 44, p. 88-96, 2014.

- CRUZ, John Igor Bandeira da. **Contribuições na Avaliação de Conformidade de Processos de Desenvolvimento de Software por Mineração de Processos**. Porto Alegre: PUCRG, 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- FRANCISCO, Rosemary; SANTOS e Eduardo Alves Portela. **Aplicação da Mineração de Processos como uma prática para a Gestão do Conhecimento**. Salvador: VII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2011. Disponível em: < <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wbpm/2011/aplicacao.pdf> > Acesso em: 18 jan. 2016.
- GOHR, Cláudia Fabiana; SANTOS, Luciano Costa; GONÇALVES, Ana Madeira Campos; PINTO, Natália Oliveira. Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de Engenharia de Produção. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais eletrônicos...** Salvador: 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_186_058_22376.pdf>. Acesso em: 20 maio 2015.
- GUEDES, Vânia L. S.; BORSCHIVER, Suzana. Bibliometria: Uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. Encontro Nacional de Ciências da Informação. **Anais eletrônicos...** Salvador: ICI/UFBA, 2005. Disponível em: < http://www.cinform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf > Acesso em: 20 maio 2015.
- HAN, Jiawei; KAMBER, Micheline, PEI, Jian. **Data mining: concepts and techniques**. 3rd ed. Amsterdam; Boston; Heidelberg; London; New York; Oxford; Paris; San Diego; San Francisco; Singapore; Sydney; Tokyo: Elsevier, 2012. 740 p.
- HOMAYOUNFAR, P. Process Mining Challenges in Hospital Information Systems. **IEEE Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems**, Setembro, p. 1135-1140, Wrocław, Polônia, 2012.
- HUANG, Zhengxing; DONG, Wei; JI, Lei; GAN, Chenxi; LU, Xudong; DUAN, Huilong. Discovery of Clinical Pathway Patterns from Event Logs Using Probabilistic Topic Models. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 47, p. 39-57, 2014.
- KAYMAK, U., MANS, R., STEEG, T. van de, DIERKS, M. On Process Mining in Healthcare. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**, Outubro, p. 14-17, Seoul, Coréia do Sul, 2012.
- LEITE FILHO, Geraldo Alemandro. Padrões de produtividade de autores em periódicos de congressos na área de contabilidade no Brasil: um estudo bibliométrico. In: Congresso USP Controladoria e Contabilidade. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rac/v12n2/a11v12n2> > Acesso em: 11 fev. 2016.
- MEDEIROS, Ana Karla Alves de; GIMENES, Itana Maria de Souza e TOLEDO, Maria Beatriz Felgar de. Sistemas de Gestão de Processos de Negócios: Desafios e Oportunidades. Campinas: **Relatório Técnico ENEGEP 2007, 2008**. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/531772-Instituto-de-computacao-universidade-estadual-de-campinas.html> > Acesso em: 01 fev. 2016.
- OTLET, Paul. **O livro e a medida: bibliometria**. Bibliometria: teoria e prática. São Paulo: Cultrix, p.19 – 34, 1986.
- PELEG, Mor. Computer-interpretable Clinical Guidelines: A Methodological Review. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 46, p. 744-763, 2013.
- REBUGE, Álvaro José da Silva; FERREIRA, Diogo Manuel Ribeiro. Business Process Analysis in Healthcare Environments: A Methodology Based on Process Mining. **Information Systems**, v. 37, p. 99-116, 2012.
- REBUGE, Álvaro José da Silva. **Business Process Analysis in Healthcare Environments**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2012. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico - Sistemas de Informação e Engenharia da Computação, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.
- RUBIN, Vladimir; GÜNTHER, Christian W.; AALST, Wil M. P. van der; KINDLER, Ekkart.; DONGEN, Boudewijn F. van; SCHÄFER, Wilhelm. Process mining framework for software processes. **Software Process Dynamics and Agility**, Berlim:Springer, pp. 169–181, 2007.
- SONG, Minseok; GÜNTHER, Christian W.; AALST e Wil M. P. van der. **Trace Clustering in Process Mining**. Milan: Proceedings of the 4th Workshop on Business Process Intelligence (BPI 08), 2008. Disponível em: < <http://www.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p518.pdf> > Acesso em: 09 fev. 2016.
- WEBSTER, Charles. EHR Business Process Management: From Process Mining to Process Improvement to Process Usability. **Proceedings: Healthcare Systems Process Improvement Conference**, Las Vegas, Feb. 20, 2012.
- WEN, Lijie; AALST, Wil M. P. van der; WANG, Jianmin; SUN, Jianguang. Mining process models with non-free-choice constructs. **Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 15, n. 2, p. 145-180, 2007.
- YANG, Wan-Shiou; HWANG, San-Yih. A process-mining framework for the detection of healthcare fraud and abuse. **Expert Systems with Applications**, v. 31, n. 1, p. 56-68, 2006.

ZHANG, Yagang; ZHANG, Jinfang; MA, Jing e WANG, Zengping. **Fault Detection Based on Data Mining Theory**. Wuhan: International Workshop on Intelligent Systems and Applications, 2009. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5072864&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5072864> Acesso em: 05 fev. 2016.