

# Identificação de Ontologias com BPM no Ambiente da Saúde: Uma Revisão Sistemática

## Identification Ontologies With BPM In Health Environment: A Systematic Review

Antonio Fernando Cruz Santos<sup>1</sup>, Rafael Ribeiro Deda<sup>1</sup>, Adicinéia Aparecida de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil

Correspondência: Adicinéia Aparecida de Oliveira, Endereço: Av. Marechal Rondon, Cidade Universitária Prof. José Aloíso de Campos, s/n, Jardim Rosa Elze. CEP.: 49.1000-000 São Cristóvão/SE, Brasil. Tel.: 55 79 2105-6600 E-mail: [adicineia@ufs.br](mailto:adicineia@ufs.br)

Recebido: 14 de outubro de 2016 Aceito: 26 de março de 2016 Publicado: 09 de maio de 2016

---

### Resumo

Com uma maior disponibilidade de informações e o uso de tecnologias em favor dos pacientes, notadamente ocorre uma verdadeira transformação na área da saúde nos últimos anos. As organizações de saúde precisam trabalhar com flexibilidade em suas operações para sustentar a excelência em práticas clínicas e de negócios. Técnicas e ferramentas que otimizem os processos de assistência médica e terapêutica e os administrativos, podem aumentar a efetividade do cuidado e a segurança paciente. A utilização de ontologias juntamente com processos de negócio tem por objetivo manter e representar uma linguagem comum, de forma que todos possam entender, padronizar e participar de maneira efetiva da modelagem dos processos. Apesar dos benefícios do uso de ontologias, sua utilização é limitada nas organizações em geral. O objetivo deste trabalho é descrever os resultados de uma revisão sistemática, cujo intuito foi identificar e conhecer as propostas de utilização de ontologias juntamente com *Business Process Management* (BPM) na área da saúde. Os resultados apontam que apesar do uso de ontologias ser realidade na área da saúde, poucas são as propostas de alinhamento com as práticas de BPM, apesar dos promissores benefícios para organizações, profissionais e pacientes.

**Palavras-chave:** Ontologia, Gerenciamento de Processos de Negócio, Saúde.

### Abstract

With the increased availability of information and the use of technologies for the benefit of patients, it's possible to realize a real transformation in health care in recent years. Health organizations need to work with flexibility in its operations to support excellence in clinical practice and business. Techniques and tools to optimize the medical and therapeutic care and administrative processes can increase the effectiveness of care and patient safety. The use of ontologies along with business process aims to maintain and represent a common language so that everyone can understand, standardize and participate effectively modeling of processes. Despite the benefits of using ontologies, their use is limited in organizations in general. The objective of this study is to describe the results of a systematic review, whose objective was to identify and meet the proposed use of ontologies along with Business Process Management (BPM) in health care. The results show that despite the use of ontologies be reality in health care, there is little alignment proposals with BPM practices, despite the promising benefits for organizations, professionals and patients.

**Keywords:** Ontology, Business Process Management, Health.

---

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Attribution 3.0.

### 1. Introdução

No mundo cada vez mais competitivo, em que as organizações, públicas ou privadas, buscam diferenciais e a excelência nos serviços prestados, um diferencial bem consolidado é a utilização do Gerenciamento de Processos de Negócio (*Business Process Management* - BPM).

A abordagem de BPM propõe conhecer, melhorar e automatizar os processos de negócio de maneira alinhada a estratégia organizacional (AALST, 2012). O BPM possibilita criar e aplicar práticas organizacionais que proporcionam não somente redução de custo, tempo, erros e repetição na execução dos processos, mas também

controles sobre os mesmos e oportunidade de mudanças quando necessário (THOM, 2012; SANTOS *et al.* 2014). Consequentemente essas inovações e técnicas ao longo do tempo resultaram em mudanças significativas entre outras, na organização do trabalho, no acesso à informação, na tomada de decisão, na elaboração do planejamento estratégico, na flexibilização e customização de produtos e serviços, compartilhamento de conhecimentos, assim como permitiu o desenvolvimento de novas formas de fazer negócios (BARBARÁ, 2006).

Como em outros setores econômicos, o setor de saúde também passa por grandes mudanças decorrentes de uma visão centrada nos clientes/pacientes. Com uma maior disponibilidade de informações e o uso de tecnologias em favor dos pacientes, é possível perceber uma verdadeira transformação da medicina e outros segmentos que atuam na saúde nos últimos anos (PESTANA *et al.*, 2014). Essa transformação passa pela otimização da experiência do paciente ao longo de toda sua jornada, e isto requer um atendimento integrado, baseado em equipes multidisciplinares que atuem de forma colaborativa para cuidar de cada paciente de forma individualizada.

Muitos sistemas de saúde ao redor do mundo estão sendo conduzidos para um cenário de crise, por causa da rígida pressão para reduzir custos, aprimorar a qualidade e a acessibilidade para tratamento e cumprir com requisitos de operação crescentes (PESTANA *et al.*, 2014). A transformação na assistência médica requer novos níveis de responsabilidade, tratamento com base em evidências e colaboração entre profissionais de saúde, planos de saúde/pagadores, gestores públicos e fornecedores.

Toda assistência médica e partes interessadas em ecossistemas de saúde podem transformar a rentabilidade e aumentar a efetividade do cuidado ao paciente gerindo seus processos de negócios. BPM pode otimizar os processos clínicos, administrativos e de negócios e ainda ajudar a reagir rapidamente às mudanças legislativas e aos requisitos regulatórios. A complexidade das organizações de saúde faz com que o uso de BPM ainda seja limitado. Um dos motivos é diversidade de domínios existentes na área.

Nos diversos contextos em que o BPM pode ser utilizado, é fundamental conhecer o domínio de cada um desses e uma forma de concretizar isso, é através do uso de ontologias. As ontologias permitem ter uma compreensão adequada do domínio em que se quer utilizar (THOM, 2012; BRAUN *et al.*, 2014). Segundo Horridge *et al.* (2007), as ontologias são utilizadas para armazenar conhecimentos sobre um domínio de interesse. Uma ontologia descreve os conceitos do domínio e também as relações que existam entre estes conceitos. Diferentes linguagens de ontologias provêm diferentes facilidades.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta os resultados de Revisão Sistemática (RS) sobre o uso de ontologias com BPM no contexto da saúde para identificar as ontologias utilizadas e principais aspectos do uso, a RS, que é oriunda da área médica, tem ganhando força nos últimos anos junto à comunidade científica da computação pela capacidade de prover um estudo detalhado e abrangente sobre o assunto que está sendo pesquisado.

O artigo contempla 8 seções, sendo esta a primeira. Na seção 2 são detalhados a metodologia e o protocolo de revisão sistemática. A seção 3 apresenta uma revisão conceitual sobre ontologia e BPM. A seção 4 mostra os resultados obtidos após a execução do protocolo da revisão sistemática. Na seção 5 são exibidos os resumos dos artigos selecionados objetos de estudo. Na seção 6 são descritos os resultados e análise dos artigos selecionados para a revisão sistemática. A seção 7 apresenta alguns trabalhos relacionados a este trabalho. E, por fim, na seção 8 são feitas as considerações finais.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Ontologia

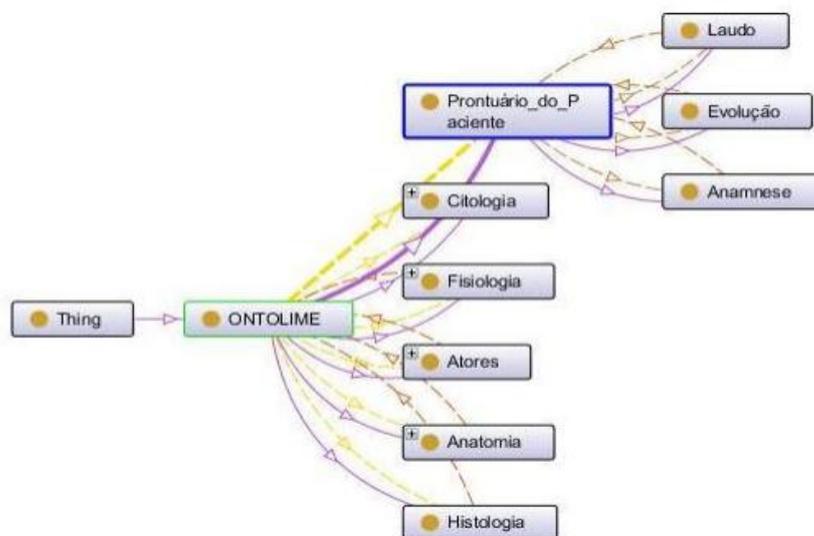
A palavra ontologia deriva do grego onto (ser) + logia (estudo), e significa a ciência que estuda o ser, como tal. As primeiras definições de ontologia surgiram na Filosofia, com o uso do termo metafísico (o que vem antes da física), designando “aquilo que existe”, no mesmo sentido de ontologia (SMITH, 2003). O filósofo alemão Edmund Husserl, no início do século XX, define ontologia como sendo a ciência das essências e classificava as ontologias em: a) Formais – fundamentos de todas as ciências e interessando-se pelas essências e b) Materiais – conjunto de ontologias setoriais que se preocupa dos fatos (HUSSERL, 1996).

As ontologias, inerentes aos estudos da Web Semântica, objetivam o processamento automatizado da informação. Gruber (1996); Noy e Guinness (2001) citam como componentes básicos de uma ontologia:

- classes (organizadas em uma taxonomia);
- relações (representam o tipo de interação entre os conceitos de um domínio);
- axiomas (usados para modelar sentenças sempre verdadeiras); e,
- instâncias (utilizadas para representar elementos específicos, ou seja, os próprios dados).

De acordo com Parreiras ([200-], p. 2), "O uso de ontologias permite a representação de um determinado domínio de conhecimento, orientado à organização dos conceitos, e não ao tempo". A Figura 1 mostra um exemplo de ontologia, no contexto da saúde, chamada de Ontolime em que o conhecimento do domínio é

representado bem como seus relacionamentos. A ontologia Ontolime contempla as classes Prontuário do Paciente, Citologia, Fisiologia, Atores, Anatomia e Histologia. Na classe Prontuário do Paciente possui todas as informações relativas ao paciente e é subdividida em três subcategorias que são: Laudo, Evolução e Anamnese.



**Figura 1:** Exemplo de ontologia.

Fonte: (Neto, 2013).

## 2.2 Ontologia versus Taxonomia: diferentes conceitos

Taxonomia vem do grego *taxis* (ordem) + *onoma* (nome) e derivou-se de um dos ramos da Biologia que trata da classificação lógica e científica dos seres vivos, fruto do trabalho do médico e botânico sueco Carolus Linnaeus (ou Karl vonLinné). Apesar das taxonomias terem sido primeiramente empregadas na área da Biologia, nos ambientes digitais, seu uso, segundo autores como Edols (2001), Adams (2000) e Plosker (2005), está relacionado com as formas automatizadas de organização da informação, tornando-se alvo de estudos da Ciência da Informação.

Enquanto as taxonomias buscam o desenvolvimento de categorias para facilitar a inserção e recuperação da informação, as ontologias vão além, objetivando o desenvolvimento de um 'consenso linguístico' em áreas específicas. Ontologias representam o conhecimento de um dado domínio em forma de uma rede relacional, intencional, onde as relações se sobrepõem aos possíveis 'estados da coisa'. As ontologias podem ser consideradas mais complexas que as taxonomias, levando em consideração que não se limitam aos relacionamentos taxonômicos adotados na ordenação de classes e subclasses, estabelecendo outros tipos de relações semânticas, como as de associação, derivadas da explicitação das características dos conceitos.

## 2.3 Business Process Management (BPM)

*Business Process Management* (BPM) configura-se em um método de gestão para gerenciar processos empresariais, onde conta com o auxílio de ferramentas tecnológicas. Segundo Hurwitz et al. (2009) o que hoje chama-se BPM é o resultado de uma adaptação Ocidental das melhores práticas de gerenciamento que evoluíram primariamente da produção japonesa, o termo mais equivalente é o Kaizen.

BPM de acordo com Cruz (2008), é o nome dado a um conjunto de múltiplos elementos, conceitos e metodologias que juntos tem a finalidade de tratar de forma holística processos de negócio. Com a utilização desses elementos, o BPM segue por objetivo, possibilitar a organização uma melhor visibilidade e a integração de seus ambientes e das atividades de cada colaborador em seu processo de negócio.

Segundo Balmam *et al.* (2007), atualmente BPM tende a se concentrar em processos organizacionais e com várias funções que colocam valor aos clientes. As organizações definem, através de processos de negócios, a execução do trabalho valorizando seus clientes, pois o correto gerenciamento desses processos cria práticas organizacionais sólidas, o que leva a processos eficazes, ágeis e tendo um bom retorno financeiro.

Do ponto de vista de (WLADEMIRPS, 2011), BPM consegue gerar melhorias em termos de velocidade na qual o processo é realizado, assim como na eficácia, qualidade e custo. A busca por melhorias estruturais e consistentes tem feito com que as organizações revejam suas atividades com a fim de que essas possam ser analisadas na forma de processos de negócio.

Pesquisas realizadas pelo Gartner (AREVOLO, 2006) e Forrester (2006), reforçam intensamente o discurso de que BPM é de interesse das empresas em geral, para resolver ou contribuir de maneira acentuada na solução de uma série de problemas organizacionais.

Quais são os motivos deste elevado interesse? Como em tantas outras situações, uma resposta única parece insuficiente, uma vez que toda tendência gerencial reflete um conjunto de mudanças sociais. De fato, a literatura identifica várias causas para o elevado interesse atual pelo BPM. Burlton (2001), por exemplo, menciona a “hipercompetitividade global”, o crescimento da complexidade organizacional, a maior exigência dos atores envolvidos (acionistas, imprensa, etc.) quanto à transparência nos negócios e o maior uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que permitem transações entre empresas (e-Business).

#### **2.4 Processos de Negócio na Área da Saúde**

O gerenciamento de processos de negócio e *workflow* têm recebido grande atenção não apenas da indústria, mas da academia e em diferentes domínios de aplicação. Existem pesquisas sendo realizadas para aprimorar as notações, linguagens e ferramentas de BPM, bem como, pesquisas de aplicação de BPM e *workflow* em domínios específicos, tais como educação, unidades governamentais, saúde, robótica, entre outros. A aplicabilidade de BPM tem sido principalmente para a documentação e padronização de processos. Domínios mais complexos, tais como o da saúde, requerem o uso integrado com ontologias.

Em hospitais, o trabalho de médicos, enfermeiros e outros profissionais de saúde é afetado por diversos procedimentos clínicos e organizacionais. Todo procedimento deve ser planejado e os resultados acompanhados através avaliações e monitoramento periódicos. Os procedimentos clínicos podem ou não fazer parte de protocolos clínicos e diretrizes terapêuticas.

Os Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) têm o objetivo de estabelecer claramente os critérios de diagnóstico de cada doença, o algoritmo de tratamento das doenças com as respectivas doses adequadas e os mecanismos para o monitoramento clínico em relação à efetividade do tratamento e a supervisão de possíveis efeitos adversos. Observando ética e tecnicamente a prescrição médica, os PCDT, também, objetivam criar mecanismos para a garantia da prescrição segura e eficaz. Neste trabalho, procedimentos clínicos e protocolos clínicos são tratados e discutidos igualmente apenas do ponto de vista de processo.

Para um paciente em tratamento no departamento de medicina interna, por exemplo, são necessários testes e procedimentos realizados no laboratório e departamento de radiologia. Além disso, o paciente precisa ser transportado, médicos de outras unidades possivelmente necessitarão visitar o paciente e a evolução do paciente precisa ser registrada, avaliada ou encaminhada.

Dessa forma, a cooperação entre unidades médicas e entre médicos é uma tarefa vital e nem sempre fácil de ser realizada. Os processos de tratamento da saúde apresentam complexidade e duração diferentes (ex.: meses). Podem existir processos organizacionais, de menor complexidade, tal como a entrada de um paciente no hospital ou a elaboração de relatório com resultados de um exame radiológico, mas também processos complexos e longos como o tratamento de um paciente em quimioterapia (DADAM *et al.* 2000).

Diariamente, médicos precisam decidir quais intervenções são necessárias ou não, considerando a perspectiva de custos e inatividades. Vários procedimentos requerem medidas preparatórias, muitas vezes de alta complexidade. Antes de uma cirurgia ser realizada, por exemplo, o paciente é submetido a inúmeros exames preliminares, sendo que para cada um destes, preparações adicionais podem ser necessárias. Enquanto alguns destes exames são conhecidos previamente, outros podem ser solicitados dinamicamente, dependendo do estado da saúde do paciente. As tarefas clínicas devem ser executadas em certa ordem e, em alguns casos, com um tempo mínimo ou máximo de execução.

Geralmente, médicos coordenam manualmente tarefas relacionadas ao tratamento de seus pacientes, considerando todas as dependências existentes entre estas. A simples alteração da data de consulta de um paciente, por exemplo, requer esforço (médico precisa estar disponível para novo agendamento) e tempo de comunicação. Para determinados tratamentos, médicos de diversas unidades trabalham juntos. Ou seja, devem ser definidas séries coerentes de consultas e encontros médicos. Além disso, para cada etapa do tratamento médico, informações atualizadas e adequadas sobre o paciente devem ser disponibilizadas. Cada médico pode ser responsável por vários pacientes e, ao mesmo tempo, deve prover tratamento eficiente para estes. Finalmente, tarefas médicas são críticas para o tratamento médico e mesmo pequenos erros podem resultar em consequências desastrosas (THOM, 2012).

Neste contexto, médicos e enfermeiros precisam ter liberdade para reagir a situações inesperadas e são treinados para tal. Em casos de emergência, por exemplo, os médicos coletam informações sobre o paciente por telefone e continuam o processo, sem aguardar por um relatório escrito (eletrônico); ou seja, as atividades de um *workflow* devem ser dinamicamente omitidas ou adaptadas para evitar discrepâncias entre o processo real e o processo automatizado (*workflow*). Por exemplo, um determinado procedimento médico deve ser interrompido se o estado da saúde do paciente piorar ou um dos seus pré-requisitos não for atendido (ex.: paciente apresenta alergia a um

medicamento específico). Tais desvios dinâmicos (ou exceções) do processo pré-planejado são frequentes e formam uma parte chave para a flexibilidade em processos em saúde (HANETT *et al.* 2006). O uso de BPM e ontologias podem e devem ser utilizados para melhorar a segurança do paciente através de processos mais confiáveis e seguros. Assim conhecer as aplicações e propostas de integração pode avaliar no desenvolvimento e aprimoramento dos processos.

### 3. Metodologia

Nessa seção é descrito o método de pesquisa aplicado bem como sua caracterização

#### 3.1. Protocolo de Revisão Sistemática

Neste trabalho adotou-se como forma de pesquisa, a revisão de literatura proposta por Kitcheham *et al.* (2004). Para realizar a revisão sistemática foi importante inicialmente definir o protocolo a ser seguido. No protocolo, primeiramente é definido as perguntas, que para esse trabalho, as questões norteadoras foram:

- Existem ontologias para modelagem de processos de negócio na saúde? Quais são elas?
- Quais pontos positivos e negativos da utilização de ontologias na modelagem de processos de negócio na saúde?

Os critérios qualitativos que refinaram os resultados foram: artigos devem estar disponíveis na *Web*, artigos encontrados devem apresentar textos completos dos estudos em formato eletrônico, apenas artigos, os artigos devem possuir a palavra ontologia no título, abstract ou palavras chaves e devem propor uma ontologia para ambientes ligados à área da saúde.

Com o intuito de responder à pergunta principal do protocolo, a *string* de busca definida foi: (ontolog\*) AND (bpm OR "business process") AND (health OR medical OR hospital). E as bibliotecas digitais utilizadas para consulta dos estudos primários foram: Periódicos Capes, IEEE *Conference and Journals*, ACM *Conference and Journals* e Citeaser.

Os critérios de exclusão estabelecidos foram: somente artigos disponibilizados na *Web* e de forma completa; na língua inglesa; artigos publicados entre 2005 e 2015; e os artigos devem conter no título e/ou resumo e/ou palavras-chaves a *string* de busca.

#### 4. Resultados da Revisão Sistemática

A Tabela 1 mostra os resultados após a execução do protocolo por fonte de pesquisa. Na primeira coluna mostra desde a consulta básica pela *string* de busca até a seleção dos artigos utilizados nesse trabalho.

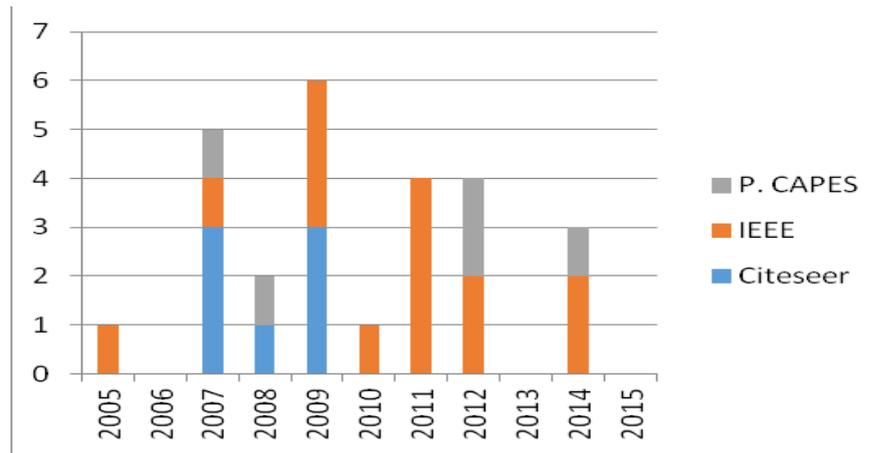
Etapa	ACM	Citeaser	IEEE	Periódicos da CAPES
Após a consulta da <i>string</i> de busca	1.860	37.951	249.128	210
Após critérios de inclusão e exclusão	3	7	20	30
Apenas trabalhos que contém as palavras chaves	0	7	14	5
Trabalhos repetidos	0	0	2	0
<b>Trabalhos selecionados após leitura do resumo</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

**Tabela 1:** Quantitativo de artigos selecionados na execução do protocolo.

**Fonte:** Os Autores (2015).

As palavras que formam a *string* de busca foram encontradas em diferentes e muitos contextos em todas as bases. Sendo assim, após aplicação dos critérios de exclusão houve uma redução significativa, o que em nove artigos selecionados. É percebido que após consultar apenas pela *string* de busca, sem levar em consideração os critérios, principalmente, de exclusão definidos no protocolo, são retornados uma grande quantidade de trabalhos. Após consultar as bases considerando apenas os trabalhos que contenha a *string* de busca no título, no resumo e/ou nas palavras-chaves como também os trabalhos dos últimos dez anos (2005 a 2015), o número de trabalhos retornados teve uma redução significativa.

O Gráfico 1 mostra a distribuição de 26 artigos encontrados por ano de publicação, que continham as palavras chaves no título, resumo ou palavras chaves.



**Gráfico 1:** Quantidade de artigos selecionados por ano versus Base.

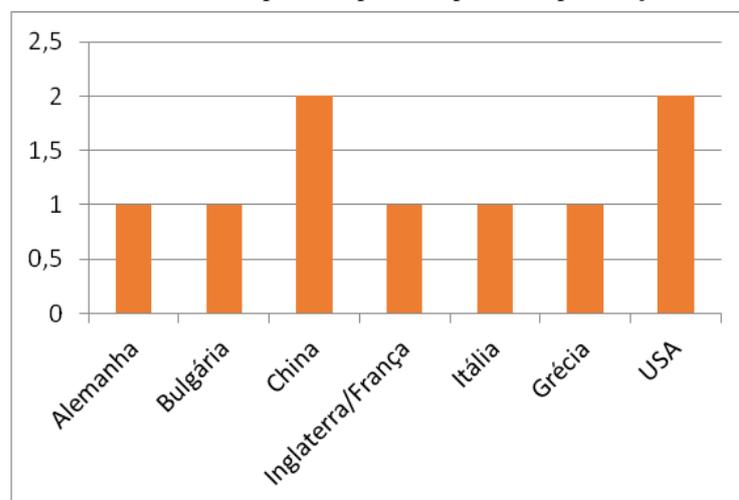
**Fonte:** Os Autores (2015).

A quantidade de publicações sobre o assunto oscilou razoavelmente nos últimos dez anos. Apenas nos anos de 2006 e 2013 não houve nenhuma publicação.

Após a execução total do protocolo, 9 artigos foram selecionados para a leitura completa, sendo eles:

- *Interacting agentes through a web-based health serviceflow management system* (LEONARDI *et al.*, 2007);
- *Iwebcare: an ontological approach for frauddetection in the healthcare domain* (ALEXOPOULOS *et al.*, 2007);
- *An ontological knowledge framework for adaptive medical workflow* (DANG *et al.*, 2008);
- *Adaptive Clinical Pathways with Semantic Web Rules* (ALEXANDROU *et al.*, 2008);
- *Early Studies in Acquiring Evidentiary, Reusable Business Process Models for Legal Compliance* (BREAUX *et al.*, 2009);
- *Business Process Driven Ontology Discovery Method from Distributed Data Environment* (XU *et al.*, 2011);
- *A Multi-agent Infrastructure for Healthcare Process Improvement Using Ontology* (SUN *et al.*, 2011);
- *An Ontology-Based Approach to Adaptive Home Careflows* (TAWIL *et al.*, 2011);
- *BPMN4CP: Design and Implementation of a BPMN Extension for Clinical Pathways* (BRAUN *et al.*, 2014).

O Gráfico 2 mostra os trabalhos selecionados pelos respectivos países de publicação.



**Gráfico 2:** Quantidade de artigos selecionados por país de publicação.

**Fonte:** Os Autores (2015).

Observa-se neste trabalho, que os artigos selecionados são predominantes os países europeus com 5 artigos de seis países.

## 5. Resumo dos Trabalhos Selecionados

Leonardi *et al.* (2007), propõem um sistema de gestão de fluxos de trabalho de serviços capaz de gerir o processo de prestação de cuidados estabelecendo uma ligação estreita entre as diferentes unidades organizacionais e profissionais sem conhecimento mútuo sobre seus processos de trabalho. Como caso de uso foi utilizado o fluxo de trabalho para tratamento da diabetes. Para formalizar de forma abstraída o domínio de conhecimento, foi utilizada a ontologia dos cuidados de saúde da organização envolvidos no processo de cuidar do paciente.

No artigo, Alexopoulos *et al.* (2007), introduzem uma metodologia para detecção de fraudes, com base no projeto iWebCare. O iWebCare combina a abordagem baseada em regras e mineração de dados a fim de construir um sistema para detecção de fraudes baseado em regras e também aprendizado de novas regras, através de um módulo de autoaprendizagem com base na mineração de dados e técnicas de aprendizado de máquina. A metodologia proposta, combina três campos da ciência, a modelagem de processos de negócio (BPM), engenharia de conhecimento e mineração de dados. O domínio de estudo do trabalho foi a saúde assistencial e para representar o domínio foi utilizada ontologia.

Em Dang *et al.* (2008), é proposto um *framework* de conhecimento ontológico no contexto de domínio da saúde assistencial que faz parte de um hospital. Essa ontologia tem por objetivo capturar todo o conhecimento necessário para personalizar a saúde assistencial e assim melhorando vários fluxos de trabalhos realizados no contexto.

Alexandrou *et al.* (2008), propõem uma solução, através de um protótipo chamado de SEMPATH, para adaptar os processos de negócio da saúde em tempo real, ou seja, o principal objetivo do trabalho é permitir através do protótipo adaptar os caminhos clínicos para personalizar os planos de tratamentos dos pacientes. Para mostra as regras e o conhecimento inerentes ao contexto dos caminhos clínicos foi criada e utilizada uma ontologia.

No trabalho de Breaux *et al.* (2009), é proposto um método sistemático para aquisição de requisitos legais de políticas e regulamentos chamado de *Frame-based Requirements Analysis Method* (FBRAM). Para isso é necessário que os processos de negócio a serem analisados estejam na notação BPMN e que os donos dos processos identifiquem os requisitos legais usando uma ontologia com os conceitos legais utilizados. Como caso de uso o método foi utilizado no U.S. *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA).

Em Xu *et al.* (2011) desenvolve um método automático para descoberta de ontologias a partir de bases de dados, sendo que para uma mesma base de dados podem ser extraídas mais de uma ontologia. Assim com o objetivo de se ter uma única rede global de ontologias consistentes e que realmente representam o conhecimento do negócio, os autores propõem ainda um método para realizar a junção ontologias através do BPM. Como estudo de caso, foi utilizado a base de dados de um hospital.

O trabalho de Sun *et al.* (2011) é proposto um *framework*, chamado de *Multi-Agent Information System* (MAIS), para ajudar a melhorar os processos de cuidados de saúde com ontologias. O *framework* é basicamente um sistema multi-agente que procura integrar todos os sistemas de saúde em uso numa organização, através de agentes. É realizado um estudo de caso em um hospital de Hong Kong para mostrar como os processos de cuidados de saúde centrados no paciente podem ser facilitados com o *framework* MAIS. Também mostram como as ontologias podem melhorar o desempenho dos processos de cuidados de saúde sobre o MAIS.

No artigo de Tawil *et al.* (2011), é proposta a formalização de um workflow para adaptação automatizada do processo de atendimento domiciliar das pessoas idosas. Para isso é utilizado a notação BPMN com ontologia (conhecido como *OntoBPMN.owl*) juntamente com o *Actor and Case Profile Ontologies* (uma ontologia) para dinamicamente construir fluxos de cuidados dinâmicos capaz de orientar a continuidade dos cuidados.

A pesquisa de Braun *et al.* (2014) teve por objetivo desenvolver uma extensão do BPMN para os caminhos clínicos, que foi batizada de BPMN4CP. Para representar o domínio dos caminhos clínicos, foram utilizadas ontologias existentes, bem como desenvolvida uma nova ontologia. Nesse contexto foi realizada a correlação dos elementos do BPMN com os elementos pertencentes ao domínio em estudo. Para alguns elementos do domínio dos caminhos clínicos foi necessário estender o BPMN.

## 6. Discussão e Análise de Resultados

Os artigos foram selecionados com o objetivo de verificar se utilizam:

- ontologias claramente;
- ontologias juntamente com BPM; e,
- os pontos positivos e negativos da utilização.

A maioria dos trabalhos selecionados utilizam ontologias na área da saúde, reforçando a importância do papel das ontologias na área. O Quadro 1 apresenta um resumo dos principais resultados.

Trabalho	Utiliza ontologias claramente	Ontologias juntamente com BPM	Apresenta pontos positivos e/ou negativos da integração
(LEONARDI <i>et al.</i> , 2007)	X		-
(ALEXOPOULOS <i>et al.</i> , 2007)			-
(DANG <i>et al.</i> , 2008)	X		-
(ALEXANDROU <i>et al.</i> , 2008)	X	X	Não
(BREAUX <i>et al.</i> , 2009)		X	Não
(XU <i>et al.</i> , 2011)	X	X	Não
(SUN <i>et al.</i> , 2011)	X		-
(TAWIL <i>et al.</i> , 2011)	X	X	Não
(BRAUN <i>et al.</i> , 2014)	X	X	Não

**Quadro 1:** Detalhamento das características nos artigos selecionados.

**Fonte:** Os Autores (2015).

É possível constatar, que muitos não evidenciam como foi realizada a junção das ontologias com BPM. Chama atenção o fato de que, todos os artigos não apresentam os pontos positivos e/ou negativos dessa integração. Talvez indique a falta de pesquisas baseadas em estudos de casos, para avaliar essa integração.

No que concerne ao uso de linguagens de representação de ontologias, 5 trabalhos utilizaram a linguagem *Web Ontology Language (OWL)*, que é uma linguagem bastante difundida para definir ontologias. Apenas um trabalho utilizou a linguagem *An XML-Based Ontology Exchange Language (XOL)*, que é uma linguagem para descrever ontologias baseada em XML. Os demais trabalhos não indicam qual foi a linguagem utilizada para representação das respectivas ontologias.

Outro ponto analisado nos trabalhos selecionados, foi o tipo de aplicação. Dentre os quais, três dos trabalhos abordam sobre os cuidados clínicos, três discutem sobre protocolos clínicos, um trata sobre fraude, um discorre sobre descoberta de requisitos legais e por fim, um aborda detecção de ontologias em bases de dados em hospital. O Quadro 2 apresenta um resumo dessa análise.

Trabalho	Contexto de uso
(LEONARDI <i>et al.</i> , 2007)	Processo de cuidados do paciente no tratamento da diabetes
(ALEXOPOULOS <i>et al.</i> , 2007)	Detecção de fraude na seguridade social de profissionais da saúde
(DANG <i>et al.</i> , 2008)	Processo de cuidados do paciente para as fases de admissão, detecção, tratamento e finalização
(ALEXANDROU <i>et al.</i> , 2008)	Adaptação dos protocolos clínicos no processo de admissão do paciente
(BREAUX <i>et al.</i> , 2009)	Aquisição de requisitos legais na <i>U.S. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)</i>
(XU <i>et al.</i> , 2011)	Descoberta de ontologias em cima da base de dados de um hospital
(SUN <i>et al.</i> , 2011)	Processos de cuidados do paciente de um hospital de Hong Kong
(TAWIL <i>et al.</i> , 2011)	Adaptação dos protocolos clínicos no atendimento domiciliar de pessoas idosas
(BRAUN <i>et al.</i> , 2014)	Adaptar protocolos clínicos no tratamento dentário de pacientes

**Quadro 2:** Resumo as aplicações descritas nos trabalhos

**Fonte:** Os Autores (2015).

Os dados apontam que a integração entre BPM e ontologia pode ser utilizada e aplicada a diferentes contextos. Na área da saúde isso é fundamental para suportar os protocolos clínicos e acompanhamento dos processos de cuidados, aumentando a segurança e a confiabilidade.

## 7. Trabalhos Relacionados

Nenhum trabalho de revisão sistemática com o mesmo foco foi encontrado, no entanto, alguns trabalhos relacionados foram identificados.

O artigo de Poernomo *et al.* (2011), propõe um *framework* de integração de BPM com ontologias, a partir da transformação de redes Petri (representação matemática para sistemas distribuídos discretos) em ontologias a

serem utilizadas na modelagem de processos.

Já no trabalho de Junior *et al.* (2012), foi realizada uma revisão sistemática para identificar ferramentas, modelos, técnicas e práticas satisfatórias para a utilização de ontologias no desenvolvimento de *software* distribuído. Foram identificados 10 modelos, 22 ferramentas, 11 práticas efetivas e 3 técnicas que utilizam ontologia no contexto do desenvolvimento de *software* distribuído.

O artigo de Dermeval *et al.* (2014), apresenta os resultados de uma revisão sistemática sobre o uso das ontologias na engenharia de requisitos, com o foco em encontrar as fases em que são utilizadas, as linguagens, os tipos de contribuição existente, bem como os estilos de modelagem de requisitos utilizados e os benefícios do uso de ontologias na engenharia de requisitos. A fase predominante foi a de especificação de requisitos. A linguagem mais citada foi a OWL. A principal contribuição foi o método proposto. Já o estilo mais predominante foi os requisitos textuais. E por fim, os benefícios do uso de ontologias na engenharia de requisitos não foram conclusivos, já que apresentou evidência empírica.

## 8. Conclusões

Este trabalho apresenta os resultados de uma revisão sistemática, cujo intuito foi conhecer o estado da arte sobre uso de ontologias com BPM na área da saúde. Foram identificados 9 artigos após execução do protocolo.

A maioria dos trabalhos selecionados descreviam o uso de ontologias, porém, nem todos apresentaram uma correlação entre processos de negócio e ontologias. Em áreas de alta complexidade e com processos críticos, como a área da saúde, essa correlação é fundamental para orientar a modelagem de processos, o desenvolvimento de sistemas, o registro de evidências clínicas, ou mesmo, facilitar o compartilhamento de conhecimentos.

Os resultados também apontaram a falta de avaliações sobre o uso de ontologias com BPM, ou pelo menos, nenhum dos trabalhos evidenciou essa informação. Isso pode indicar ausência ou dificuldades para se avaliar os resultados desta integração. Quando os benefícios do uso de ontologias e BPM são analisados isoladamente, são promissoras as perspectivas de aplicação na área da saúde. Também fica evidente que esse trabalho não pode ser tomado como conclusivo, pelo contrário, deve considerado apenas como ponto inicial de estudo na área.

Estudos de caso podem ser desenvolvidas para suprir essa falta de evidências, positivas ou negativas, contribuindo assim para o desenvolvimento de novas técnicas e ferramentas. E também como trabalhos futuros, sugere-se estender a pesquisa para outros segmentos além da saúde, para melhor compreensão dos fatores que levam a necessidade de integração, bem como, delinear o estado da arte das linguagens utilizadas para descrever ontologias.

## Referências

- ADAMS, K. C. **Immersed in structure: the meaning an function of taxonomies**. 2000.
- ALEXANDROU, D., XENIKOUDAKIS, F.; MENTZAS, G. **Adaptive Clinical Pathways with Semantic Web Rules**. 2008.
- AALST, A. **Decade of Business Process Management Conferences: Personal Reflections on a Developing Discipline**. 2012.
- AYRES, JOSÉ RICARDO C. M. **Uma concepção hermenêutica de saúde**. *Physis*, v.17, n.1, p.43-62, 2007.
- ALEXOPOULOU, P., BENETOU, X., TAGARIS, T., GEORGOLIOS, P.; KAFENTZIS, K. **Iwebcare: na ontological approach for fraud detection in the health care domain**. *Proceeding International Conference on Information Technologies (InfoTech-2007)*, September 21-23, 2007, Bulgaria. Vol. 1. 2007.
- AREVOLO, WALDIR. **Latin America scenario: overcoming challenges and driving growth**. In: V Conferência Anual de Integração Empresarial. Anais do evento. São Paulo: Gartner, 2006.
- BALDAM, ROQUEMAR; VALLE, ROGÉRIO; PEREIRA, HUMBERTO; HISLT, SÉRGIO; ABREU, MAURÍCIO; SOBRAL, VALMIR. **Gerenciamento de processos de negócio: BPM – Business Process Management**. 2ed. São Paulo: Érica. 2007.
- BARBARÁ, S. **A gestão de processos de negócio e suas ferramentas de apoio**. XIII SIMPEP, São Paulo. 2006.
- BRAUN, R., SCHLIETER, H., BURWITZ, M.; ESSWEIN, W. **BPMN4CP: Design and Implementation of a BPMN Extension for Clinical Pathways**. *IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)*. IEEE. 2014.
- BREAUX, T.; POWERS, C. **Early Studies in Acquiring Evidentiary, Reusable Business Process Models for Legal Compliance**. 2009.
- CRUZ, TADEU. **BPM & BPMS – Business Process Management and Business Process Management Systems**. Rio de Janeiro 2ª edição, 2009.
- DADAM, P., REICHERT; M., KUHN, K. **Clinical workflows - the killer application for process-oriented information systems?** In *Proc. 4th International Conf. on Business Information Systems (BIS'00)*, pages 36–59.

- Springer, 2010.
- DANG, J., HEDAYATI, A., HAMPEL, K.; TOKLU, C. **Na ontological knowledge framework for adaptive medical workflow**. Journal of Biomedical Informatics 41, ELSEVIER, 2008.
- DEMERVAL, D., VILELA, J., BITTENCOURT, I., CASTRO, J. ISOTANI, S.; BRITO, P. **A Systematic Review on the Use of Ontologies in Requirements Engineering**. Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES). IEEE. 2014.
- EDOLS, L. **Taxonomies are what?**. 2001.
- GRUBER, T. **What is na ontology?**, 1996.
- GUARINO, N. **Understanding, building and using ontologies**. International Journal of Human-Computer Studies. 1997.
- HEIDEGGER, M. **Seminários de Zollikon**. São Paulo: EDUC; Petrópolis: Vozes, 2001.
- HORRIDGE, Matthew. KNUBLAUCH, Holger; RECTOR, Alan; STEVENS, Robert; WROE, Chris. **Practical guide to building owl ontologies using the protégé-owl plugin and Coode tools**. Manchester: The university of Manchester, 2007.
- HURWITZ, JUDITH; BLOOR, ROBIN; KAUFMAN, MARCIA. **Service Oriented Architecture for Dummies: A Reference for the Rest of US**. 2 ed. – Indianapolis, Indiana, 2009.
- HUSSERL, E. **Investigações lógicas: 6ª investigação**. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- JUNIOR, A., AZEVEDO, R., SILVA, F., ROCHA, R.; COSTA, C. **Ontologies Supporting the Distributed Software Development: A Systematic Literature Review**. Seventh International Conference on Global Software Engineering Workshops (ICGSEW), IEEE. 2012.
- KITCHENHAM, Barbara; *et al.* **Evidence-based Software Engineering**. Proceeding 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04), IEEE, 2004.
- LEONARDI, G., PANZARASA, S., QUAGLINI, S., STEFANELLI, M.; AALST, W. **Interacting agentes through a web-based health service flow management system**. Journal of Biomedical Informatics 40, ELSEVIER, 2007.
- MARTINS, A. **Filosofia e saúde: métodos genealógico e filosófico-conceitual**. Cad. Saúde Pública, v.20, n.4, p.950-8, 2004.
- MONTEBELO, R. P., ORLANDO, A., PORTO, D. P., ZANIRO, D., FABBRI, S. SRAT. **Systematic Review Automatic Tool - uma ferramenta computacional de apoio à Revisão Sistemática**. In Experimental Software Engineering Latin American Workshop, pp. 13-22. Fundação de Ensino Eurípedes Soares da Rocha, 2007.
- NETO, M. F. D. S. **Ontolime: Modelo de Ontologia de Descrição de Imagens Médicas**. Dissertação de Mestrado (UNESP). Marília, São Paulo. 2013.
- NOY, F. N.; GUINNESS, D. L. **Ontology development 101: a guide to create your first ontology**. 2001.
- PARREIRAS, F. S. **Introdução à engenharia de ontologias**. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 1., 2004, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Cotemig, 2004.
- PESTANA, Olivia; RIBEIRO, Fernanda; SILVA, Armando Malheiro (Organizadores). **Medicina e Informação: Olhares luso-brasileiros**. Porto: Cetac.Media e Edições Afrontamento. 2014.
- PLOSKER, G. **Taxonomies: facts and opportunities for information professionals**. Online, New Jersey, v. 1, n. 29, p. 58-69, jan./fev. 2005.
- POERNOMO, I., UMAROV, T.; HAJIYEV, F. **Formal ontologies for data-centric business process management**. IEEE. 2011.
- SANTOS, W.; ROBAINA, D. **O Impacto do Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM) nos Custos Organizacionais**. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGeT). 2014.
- SMITH, B. **Ontology**. In: FLORIDI, L. **Black well guide to the philosophy of computing and information**. Oxford: Blackwell, p.155-166, 2003.
- SUN, D., CHIU, D., JIANG, N., HU, H., ZHUANG, Y.; HUA, H. **A Multi-agent Infrastructure for Health care Process Improvement Using Ontolog**. Eighth IEEE International Conferenceone-Business Engineering. IEEE. 2011.
- TAWIN, A., CHEVALIER, A.; TAWHEEL. A. **Na Ontology-Based Approach to Adaptive Home Care flows**. 22nd International Workshop on Database and Expert Systems Applications. IEEE. 2011.
- THOM, H. **Introdução ao Gerenciamento de Processos de Negócio e sua Aplicabilidade na Saúde e Robótica**. XXXI Jornadas de Atualização em Informática (JAI). 2012.
- XU, B., WU, J.; CAI, H. **Business Process Driven Ontology Discovery Method from Distributed Data Environment**. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD). Eighth International Conference, IEEE, 2011.