

# A Utilização de Ontologias no Desenvolvimento Distribuído de Software: uma Revisão Sistemática da Literatura

Alex Nery Borges Júnior<sup>1</sup>, Alexandre de Vasconcelos<sup>1</sup>, Rodrigo Rocha<sup>1</sup>, Silvio Meira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caixa Postal 7.851 – 50.732-970 – Recife – PE – Brasil

{anbj, almv, rgcr, srlm}@cin.ufpe.br

**Abstract.** *Motivated by factors such as business globalization and the increasing demand for software, arises the Distributed Software Development (DSD). This new approach to software development has brought several competitive advantages, as also new challenges. In other context, the use of ontologies allows the mapping of a specific domain, describing solutions for problems, good practices for distinct situations, problems in certain contexts, among others. Moreover, the use of ontologies brings benefits as shared knowledge of a domain and the representation of information with clarity and without ambiguity. So, this article presents a systematic review in DSD, whose goal is to identify the models, techniques, tools and best practices that use ontologies in DSD, in order to provide support to software development in distributed context.*

**Resumo.** *Motivado por fatores como a globalização de negócios e o aumento da demanda por software, surge o Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS). Esta nova abordagem de desenvolvimento de software trouxe várias vantagens competitivas, como também novos desafios. Em outro contexto, a utilização de ontologias permite o mapeamento de um domínio específico, descrevendo soluções para problemas encontrados, boas práticas para situações distintas, problemas em determinados contextos, entre outros. Além disso, o uso de ontologias traz benefícios como a compreensão compartilhada de um domínio e a representação de informações com clareza e sem ambigüidade. Dessa forma, este artigo apresenta uma revisão sistemática na área de DDS, cujo objetivo é identificar quais são os modelos, técnicas, ferramentas e boas práticas que utilizam ontologias no DDS, com intuito de fornecer suporte ao desenvolvimento de software no contexto distribuído.*

## 1. Introdução

Nas últimas décadas, pode ser observado um grande avanço do mercado global de desenvolvimento de software. Isso se deve ao fato do software ter assumido um papel de maior importância dentro das empresas, passando a ser componente estratégico para o sucesso das organizações [Herbsleb 2001].

Como reflexo da globalização dos negócios, do crescimento da economia e dos avanços das tecnologias da informação e comunicação, ocorreu uma migração do mercado local para o mercado global. Esses fatores também atingiram o mercado de software. Neste contexto, surge o Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS), onde os envolvidos em um determinado projeto estão dispersos.

Segundo [Audy e Prikladnicki 2008], a distribuição do processo de desenvolvimento de software faz ampliar os desafios inerentes ao desenvolvimento tradicional e gera novos desafios ao adicionar fatores como distância física e diferenças de fuso horário. Dessa maneira, é necessária a implantação de novas ferramentas, técnicas e modelos de colaboração para o suporte ao processo de desenvolvimento distribuído de software, assim, as empresas podem tratar da melhor maneira os aspectos desse contexto.

Dessa forma, acredita-se que a utilização de ontologia como formalismo de representação do conhecimento nas técnicas, ferramentas e modelos que dão suporte ao desenvolvimento distribuído de software pode trazer benefícios significativos. Uma das vantagens da ontologia é que ela possibilita uma compreensão compartilhada das informações entre os envolvidos no processo. A ontologia permite também representar as informações com clareza e sem ambigüidade, além de permitir separar a base de conhecimento de um sistema da sua implementação, fornecendo flexibilidade e portabilidade de representação de conhecimento [Freitas 2006].

A utilização de ontologias permite modelar o conhecimento de determinado domínio, descrevendo conceitos genéricos, atividades e vocabulários relativos ao mesmo. Neste sentido, a utilização de ontologias permite que seja mapeado o domínio de DDS, possibilitando a descrição de soluções de desenvolvimento para problemas deste ambiente, processos de desenvolvimento específicos, boas práticas para situações distintas, problemas que podem ser encontrados em determinados contextos, entre outros.

Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática da literatura na área de DDS para identificar quais os modelos, técnicas, ferramentas e boas práticas que utilizam ontologias são utilizadas para desenvolver software no ambiente distribuído. Desta forma, espera-se uma contribuição para o aprimoramento das atividades de garantia da qualidade de software ao relatar quais melhores evidências provenientes da pesquisa podem ser estudadas, aperfeiçoadas e utilizadas, servindo como suporte no processo de desenvolvimento distribuído de software.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 descreve os principais conceitos de Desenvolvimento Distribuído de Software, Revisão Sistemática da Literatura e Ontologia; a Seção 3 relata a revisão sistemática a ser conduzida, apresentando o protocolo de revisão e o estado atual da pesquisa; a Seção 4 apresenta os resultados esperados com a realização desta pesquisa; e por fim, a Seção 5 aborda as considerações finais.

## **2. Fundamentação Teórica**

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica tradicional realizada para identificar os conceitos utilizados neste trabalho. São abordados os conceitos de Desenvolvimento Distribuído de Software, bem como os principais fatores que levam a esta nova abordagem da Engenharia de Software. Também são relatados os conceitos do processo de Revisão Sistemática da Literatura e as definições de Ontologias.

### **2.1. Desenvolvimento Distribuído de Software**

O desenvolvimento de software de forma co-localizada (no mesmo espaço físico) tem se tornado cada vez mais custoso e menos competitivo para as empresas. Visando a

redução de custos, a melhoria na qualidade de seus produtos, o aumento de produtividade e a competitividade global, várias empresas optam por distribuir seus processos de desenvolvimento em lugares diferentes, utilizando o desenvolvimento distribuído como uma alternativa para o desenvolvimento de software [Audy e Prikladnicki 2008].

O DDS é um modelo de desenvolvimento de software onde os envolvidos em um determinado projeto estão dispersos. Para [Carmel 1999], as características fundamentais deste modelo de desenvolvimento são: a distância física, a diferença de fuso horário e as diferenças culturais entre os envolvidos no processo. Já [Meyer 2006] caracteriza o DDS pela colaboração e cooperação entre departamentos de empresas e pela criação de equipes globais de desenvolvedores que trabalham em conjunto em um projeto comum, localizados em cidades ou países diferentes.

Outro conceito de DDS importante é apresentado por [Karolak 1998], que define Desenvolvimento Global de Software (GSD – Global Software Development) como uma modalidade de DDS que ocorre quando a distância física entre os elementos de um projeto distribuído envolve mais de um país.

Como citado anteriormente, várias empresas estão investindo na distribuição de seus processos de desenvolvimento de software em regiões diferentes visando obter maiores vantagens competitivas no mercado global de software. Entre os diversos benefícios que esse modelo de desenvolvimento oferece, [Prikladnicki 2003] destaca:

- Possibilidade de desenvolvimento *follow-the-sun* (24 horas contínuas de trabalho), que permite o aumento de produtividade e a redução dos prazos de entrega dos produtos;
- Disponibilidade de recursos globais com custos mais baixos e a qualquer hora;
- Disponibilidade de recursos qualificados em áreas especializadas;
- Oportunidade de realizar o desenvolvimento de software perto dos clientes;
- Possibilidade de formação de equipes virtuais para explorar as oportunidades de mercado;
- Escalabilidade, que permite a expansão das empresas para outras regiões;

Entretanto, existe uma série de desafios inerentes a este ambiente de desenvolvimento. Além dos problemas encontrados no desenvolvimento tradicional de software, outras dificuldades surgem quando são acrescentados no processo fatores como a distância física, a diferença de fuso-horário e as diferenças culturais entre as equipes envolvidas. De acordo com [Prikladnicki 2003], o desenvolvimento distribuído criou uma nova classe de problemas a serem resolvidos pelos pesquisadores na área de Engenharia de Software. Sendo assim, é necessário a implantação de novas tecnologias, modelos e processos para o suporte ao DDS.

## **2.2. Revisão Sistemática da Literatura**

Em vista do quadro da relativa imaturidade da área de engenharia de software, muitas vezes a academia e a indústria de software se deparam com questões do tipo: “em qual tecnologia investir?” ou “qual linha de pesquisa devo direcionar meus esforços?”. Entretanto, as respostas para essas questões podem ser obtidas com uma utilização

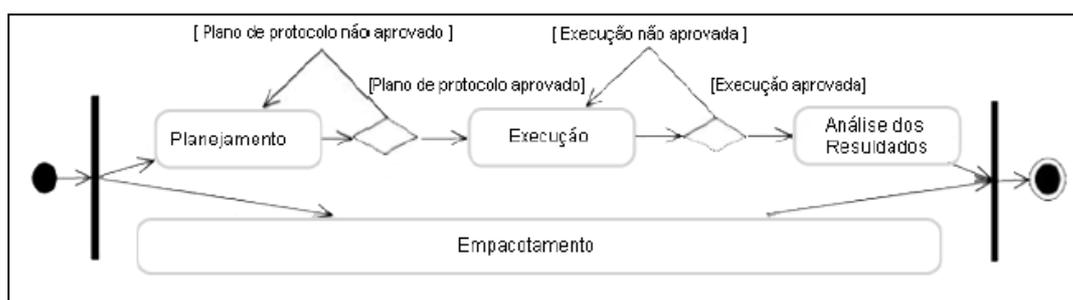
sistemática de abordagens baseadas em evidências. Um dos principais métodos do paradigma de práticas baseadas em evidências são as revisões sistemáticas, utilizadas para revelar evidências e construir um conhecimento mais amplo sobre um determinado domínio [Travassos e Mafra 2006].

A revisão sistemática da literatura (Systematic Literature Review – SLR) é uma prática de pesquisa que vem se destacando nos últimos anos. De acordo com [Kitchenham 2004], a utilização de revisões sistemáticas fez a pesquisa na área de medicina avançar consideravelmente nas últimas décadas. Com o sucesso na medicina, as revisões sistemáticas estão se popularizando em outras áreas, como psiquiatria, ciências sociais e educação, porém, na área de Engenharia de Software, estão apenas iniciando, ainda não estando bem estabelecidas neste campo [Oates e Capper 2009].

Segundo [Travassos e Biolchini 2007] uma SLR permite elaborar uma revisão de literatura mais abrangente e não tendenciosa, produzindo resultados com valor científico. Utilizando padrões metodológicos rigorosos, esta forma de revisão permite sumarizar todos os estudos disponíveis e relevantes relacionados a um determinado tópico de pesquisa. Com a análise dos dados coletados na revisão, é gerada uma base de conhecimento que responde algumas questões relacionadas ao tópico analisado.

No contexto da Engenharia de Software, a utilização de revisões sistemáticas pode gerar uma base de conhecimentos que permite caracterizar uma determinada tecnologia, ferramenta ou processo. [Kitchenham 2004] acredita que a utilização dos resultados provenientes de uma SLR, em conjunto com experiência e valores humanos, pode ajudar o profissional no processo de tomada de decisão durante o desenvolvimento de software. Além disso, [Travassos e Mafra 2006] afirma que a análise dos resultados de uma SLR pode ajudar a direcionar os esforços dentro de um projeto de pesquisa.

No início de uma revisão sistemática, alguns aspectos devem ser observados, como definir o processo utilizado para guiá-la, delimitar o objetivo da mesma e reconhecer a literatura. [Travassos e Biolchini 2007] define o processo de revisão sistemática da literatura em três fases principais: Planejamento, Execução e Análise dos Resultados. Na figura 1 são detalhadas as fases de uma SLR.



**Figura 1. Processo de Revisão Sistemática**

Na fase de Planejamento são definidos os objetivos da pesquisa, as questões de pesquisa, os métodos para executar a revisão e as estratégias de análise dos dados coletados, além de planejar as fontes e os critérios para a seleção dos trabalhos utilizados na revisão. Todas essas informações constituem o protocolo de revisão, que é fundamental para o início da execução da SLR. Ainda é sugerido que o protocolo seja revisado e avaliado por especialistas.

Na fase de Execução é realizada a busca dos estudos nas fontes pré-definidas e a avaliação dos mesmos, de acordo com os critérios definidos no protocolo de revisão. Posteriormente é feita a extração e a síntese dos dados relevantes para a questão de pesquisa.

Na última fase, a de Análise dos Resultados, é feita a formatação dos dados coletados durante a execução da revisão. Também é importante especificar o mecanismo de publicação dos resultados. No final, é elaborado um relatório de revisão sistemática, onde são mapeadas as informações levantadas durante a revisão, formando um conhecimento mais amplo sobre o tópico abordado na pesquisa.

### **2.3. Ontologias**

O conceito de ontologia surgiu na área da Filosofia, como uma forma de descrever os objetos do mundo real. Nas últimas décadas, as ontologias também vêm sendo estudadas na área das Ciências da Computação, principalmente no campo de Inteligência Artificial (IA), onde é utilizada como uma forma de representar o conhecimento de maneira legível para o computador. Na Engenharia de Software, a possibilidade de separar o conhecimento do domínio e a estratégia de solução da aplicação pode trazer benefícios no desenvolvimento de software [Tercio 2003].

Atualmente as ontologias vêm sendo bastante utilizadas em aplicações relacionadas a diversas áreas, como gestão do conhecimento, processamento de linguagem natural, comércio eletrônico, integração inteligente de informação, recuperação de informação, bioinformática, ensino e Web Semântica [Gomez 2004].

Ontologia é uma forma de representar e compartilhar conhecimento. [Gruber 1993] define bem o que é ontologia: “Ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação”. Segundo [Tercio 2003], a utilização de ontologias permite estruturar de forma mais clara o conhecimento.

Uma ontologia é formada por um conjunto de classes, também denominadas entidades, que representam os conceitos básicos do domínio e são organizadas de forma hierárquica. As classes possuem atributos e propriedades que as identificam. Cada classe possui um conjunto de indivíduos, que representam as instâncias dos conceitos.

Para [Freitas 2006], a vantagem de utilizar ontologias é a possibilidade de separar a modelagem do conhecimento da implementação do software. Neste sentido, a utilização de ontologias permite uma maior flexibilidade e portabilidade da representação do conhecimento. [Tercio 2003] destaca que a utilização de um domínio pré-definido, através de ontologias, permite uma definição mais precisa da informação e provê consistência semântica à informação.

### **3. Metodologia e Estágio Atual do Trabalho**

A metodologia utilizada para a realização deste trabalho foi o de revisão sistemática da literatura (Systematic Literature Review – SLR), que visa estabelecer um processo formal e rigoroso para conduzir uma pesquisa investigatória. Para a realização desta revisão sistemática, foi utilizado um processo híbrido, baseado nas definições e sugestões de [Kitchenham 2007] e [Travassos e Biolchini 2007], que estão entre os guias de SLR mais utilizados na área de Engenharia de Software.

Este trabalho iniciou-se com a construção de um conhecimento prévio em algumas áreas. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica tradicional nos temas que envolvem a pesquisa, que são: Desenvolvimento Distribuído de Software, Revisão Sistemática da Literatura e Ontologias. As bibliografias utilizadas para esta fundamentação teórica foram dissertações e teses acadêmicas, artigos científicos e livros.

Posteriormente foi dado início ao processo de revisão sistemática. Como citado anteriormente, o processo utilizado nesta revisão foi baseado nos trabalhos de [Kitchenham 2007] e [Travassos e Biolchini 2007]. O fluxo de atividades do processo de revisão sistemática é apresentado na Figura 2, e foi caracterizado em três fases bem definidas: Planejamento, Execução e Análise dos Resultados.

<b>FASE</b>	<b>ATIVIDADE</b>
<b>Planejamento</b>	<b>Objetivos da Pesquisa</b>
	<b>Protocolo da Pesquisa</b>
<b>Execução</b>	<b>Busca dos Estudos Primários</b>
	<b>Seleção dos Estudos Primários</b>
	<b>Avaliação da Qualidade</b>
	<b>Extração e Sumarização dos Dados</b>
<b>Análise dos Resultados</b>	<b>Análise dos Dados</b>
	<b>Publicação dos Resultados</b>

**Figura 2. Fases do Processo de Revisão Sistemática**

**1º Fase: Planejamento:** nesta fase foi realizado o planejamento da revisão sistemática, sendo definidas as seguintes atividades: i) identificar as necessidades e os objetivos da revisão; ii) desenvolver o protocolo de revisão, onde são definidos alguns pontos da pesquisa como questões de pesquisa e estratégia de busca dos trabalhos; e iii) validar o protocolo de revisão.

**2º Fase: Execução:** nesta fase será realizada a execução da revisão sistemática, sendo dividida nas seguintes atividades: i) realizar as buscas de trabalhos nas fontes definidas no protocolo de revisão; ii) selecionar os trabalhos relevantes de acordo com os critérios estabelecidos no protocolo de revisão; iii) avaliar a qualidade dos trabalhos selecionados; iv) extrair e sumarizar os dados dos trabalhos selecionados.

**3º Fase: Análise dos Resultados:** nesta fase será realizada a análise e publicação dos resultados da revisão sistemática. Os dados coletados na pesquisa são analisados e sintetizados de acordo com as definições do protocolo de pesquisa.

Ao final desta SLR será obtido um mapeamento das técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas que utilizam ontologias no DDS. A partir deste mapeamento, é possível a criação de uma ferramenta ou recurso que permita utilizar os conhecimentos já existentes sobre os resultados encontrados, com intuito de mitigar riscos e aumentar produtividade no contexto distribuído.

### **3.1. Planejamento da Revisão Sistemática**

Nesta fase de planejamento da revisão sistemática foram definidos os objetivos da revisão e elaborado o protocolo de revisão, o qual especifica os métodos que serão utilizados para realizar todo o processo da revisão sistemática.

#### **3.1.1. Objetivos da Revisão Sistemática**

Como citado anteriormente, uma revisão sistemática tem o objetivo de identificar, avaliar e interpretar todos os estudos experimentais, também chamados de estudos primários, disponíveis e relevantes a um determinado tópico de pesquisa. Assim, o objetivo principal de conduzir esta revisão sistemática é coletar, analisar e avaliar estudos experimentais envolvendo a utilização de ontologias no desenvolvimento distribuído de software, com o propósito de identificar e caracterizar as técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas que utilizam ontologias no ambiente distribuído.

#### **3.1.2. Protocolo da Revisão Sistemática**

A construção do protocolo de revisão é uma etapa fundamental no processo de revisão sistemática, pois serve para direcionar a execução da mesma. A seguir serão abordados os principais tópicos do protocolo de revisão definido para esta pesquisa.

##### **3.1.2.1. Questões de Pesquisa**

Especificar as questões de pesquisa é uma das partes mais críticas de uma revisão sistemática. A partir delas são construídas as strings de busca dos estudos primários e são determinados os dados que serão extraídos de cada estudo primário [Biolchini 2005]. Além disso, no final da revisão os dados devem ser sumarizados de tal forma que as questões de pesquisa sejam respondidas.

Com base nos objetivos da revisão sistemática, foram identificadas as seguintes questões de pesquisa:

- (Q1)** Quais são as técnicas que utilizam ontologias no DDS?
- (Q2)** Quais são as ferramentas que utilizam ontologias no DDS?
- (Q3)** Quais são os modelos que utilizam ontologias no DDS?
- (Q4)** Quais são as boas práticas que utilizam ontologias no DDS?

[Travassos e Biolchini 2007] recomenda representar as questões de pesquisa de forma estruturada, a partir da estrutura PICO: População, Intervenção, Comparação e Resultado. Para cada questão de pesquisa, os elementos da estrutura PICO são apresentados a seguir:

**Q1:** técnicas do DDS que utilizem ontologias.

- População: Trabalhos relacionados à DDS;
- Intervenção: Técnicas de Software e Ontologias;
- Comparação: Não existe comparação;
- Resultados: Identificação das técnicas que utilizem ontologias no DDS.

**Q2:** ferramentas do DDS que utilizem ontologias.

- População: Trabalhos relacionados à DDS;

- Intervenção: Ferramentas de Software e Ontologias;
- Comparação: Não existe comparação;
- Resultados: Identificação das ferramentas que utilizem ontologias no DDS.

**Q3:** modelos do DDS que utilizem ontologias.

- População: Trabalhos relacionados à DDS;
- Intervenção: Modelos e Ontologias;
- Comparação: Não existe comparação;
- Resultados: Identificação dos modelos que utilizem ontologias no DDS.

**Q4:** boas práticas do DDS que utilizem ontologias.

- População: Trabalhos relacionados à DDS;
- Intervenção: Boas Práticas e Ontologias;
- Comparação: Não existe comparação;
- Resultados: Identificação das boas práticas que utilizem ontologias no DDS.

### 3.1.2.2. Estratégia de Busca dos Estudos Primários

De acordo com os processos adotados, foi definido que a busca dos estudos primários inclui os seguintes itens: definição das strings de busca, definição dos critérios de seleção das fontes e, após identificação e seleção seguindo os critérios definidos, listagem das fontes de busca dos estudos primários.

#### Strings de Busca

A construção das strings de busca foi realizada a partir das estruturas PICO das questões de pesquisa. Os principais termos foram identificados e traduzidos para o inglês, que é o idioma utilizado nas fontes de busca dos estudos primários. Posteriormente, foram identificados os sinônimos de cada termo. Assim, foram geradas as strings de busca da pesquisa, que são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Strings de Busca da Pesquisa**

<b>Strings de Busca (Q1, Q2, Q3, Q4)</b>	
<b>População</b>	("Distributed Software Development" OR "Global Software Development" OR "Collaborative Software Development" OR "Global Software Engineering" OR "Globally Distributed Work" OR "Collaborative Software Engineering" OR "Distributed Development" OR "Distributed Team" OR "Distributed Teams" OR "Global Software Team" OR "Global Software Teams" OR "Globally Distributed Development" OR "Geographically Distributed Software Development" OR "Offshore Software Development" OR "Offshoring" OR "Offshore Outsourcing" OR "Dispersed Team" OR "Dispersed Teams" OR "Distributed Software Project") AND ("Ontology" OR "Ontologies" OR "Knowledge" OR "Information Representation" OR "Knowledge Representation")
<b>Intervenção</b>	("Ontology" OR "Ontologies" OR "Knowledge" OR "Information Representation" OR "Knowledge Representation")
<b>Resultados</b>	((("Technique" OR "Techniques" OR "Software Technique" OR "Software Techniques" OR "Method" OR "Methods") OR ("Tool" OR "Tools" OR "Software" OR "Softwares" OR "Program" OR "Programs" OR "System" OR "Systems")) OR ("Model" OR "Models" OR "Framework" OR "Frameworks" OR "Method" OR "Methods" OR "Technique" OR "Techniques" OR "Methodology" OR "Methodologies") OR ("Good Practice" OR "Good Practices" OR "Practice" OR "Practices" OR "Best Practice" OR "Best Practices" OR "Lesson" OR "Lessons" OR "Learned" OR "Success Factor" OR "Success Factors"))

### **CrITÉRIOS de Seleção das Fontes de Busca**

Os critérios definidos para a seleção das fontes de busca dos estudos primários foram: disponibilidade de consultar os artigos através da web, presença de mecanismos de busca utilizando palavras-chave e importância e relevância das fontes. Caso não atenda algum dos critérios citados, a fonte candidata não é selecionada.

### **Listagem das Fontes de Busca**

As fontes de pesquisa selecionadas para a busca dos estudos primários são listadas abaixo:

- IEEExplorer;
- ScienceDirect;
- Elsevier;
- Scopus.

### **3.1.2.3. Estratégia de Seleção dos Estudos Primários**

Uma vez que as estratégias de busca dos estudos primários são definidas, é preciso descrever os critérios e o processo de seleção dos estudos. A estratégia de seleção dos estudos primários pode ser dividida em três partes: definição dos tipos e dos idiomas dos estudos, definição dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos e identificação do processo de execução da seleção dos estudos.

#### **Tipos e Idiomas dos Estudos Primários**

Os tipos dos estudos primários que serão selecionados durante a revisão sistemática devem ser: artigos de jornais, revistas, conferências e congressos; relatórios técnicos; e dissertações e teses acadêmicas. Os estudos, como citado anteriormente, devem contemplar a utilização de ontologias no desenvolvimento distribuído de software.

Foi definido que o idioma dos estudos primários é o inglês. A escolha do inglês justifica-se pela sua universalidade e pelo fato das principais conferências e periódicos internacionais utilizarem este idioma. A não inclusão do idioma português justifica-se pelo fato que os estudos experimentais devem ser passíveis de repetição em diferentes contextos presentes em diferentes países. Neste sentido, um estudo em português pode limitar essa possibilidade.

#### **CrITÉRIOS de Inclusão e Exclusão**

A inclusão ou exclusão de um estudo primário é feita de acordo com sua relevância ou irrelevância em relação às questões de pesquisa, determinada a partir da análise do título, palavras-chave, resumo, introdução e conclusão.

De acordo com os critérios de inclusão, para serem incluídos na revisão os estudos primários devem:

- abordar, de forma primária ou secundária, técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas que utilizem ontologias no desenvolvimento distribuído de software;
- estar disponíveis na web;
- ser escritos em inglês;
- ser do ano 2000 até os dias atuais;

- estar no formato de artigo completo.

De acordo com os critérios de exclusão, não serão incluídos na revisão os estudos primários que:

- se apresentarem claramente irrelevantes para a pesquisa, de acordo com as questões de pesquisa levantadas;
- não respondem a nenhuma das questões de pesquisa;
- em caso de trabalhos duplicados, forem o mais antigos e / ou menos completos, a menos que tenha informação complementar;
- não apresentam seus resultados concluídos.

### **Processo de Seleção dos Estudos Primários**

O processo de seleção dos estudos primários seguirá os seguintes passos:

- **1ª Etapa:** as buscas dos estudos primários são iniciadas seguindo as estratégias de pesquisa definidas no protocolo de revisão;
- **2ª Etapa:** os estudos primários obtidos são avaliados, através da leitura do título e das palavras-chave, com o objetivo de excluir os que são claramente irrelevantes para a pesquisa;
- **3ª Etapa:** os estudos primários selecionados são avaliados, através da leitura do título, palavras-chave, *abstract*, introdução e conclusão, e são incluídos ou não na pesquisa, seguindo os critérios de inclusão e exclusão;
- **4ª Etapa:** por fim, os estudos primários incluídos na pesquisa são documentados e enviados para a avaliação da qualidade. Os estudos excluídos também são documentados, juntamente com a justificativa de exclusão.

Se houver qualquer divergência de opinião durante a seleção dos estudos primários, os pesquisadores devem chegar a um consenso e registrar a divergência ocorrida.

#### **3.1.2.4. Critérios de Avaliação da Qualidade dos Estudos Primários**

Em complemento aos critérios gerais de inclusão e exclusão, é considerado importante avaliar a qualidade dos estudos primários que serão analisados na revisão sistemática [Kitchenham 2007]. Os estudos primários selecionados na etapa anterior serão avaliados pelos pesquisadores através dos seguintes critérios de qualidade:

- O trabalho deve definir claramente os objetivos e questões do estudo;
- O tipo do trabalho deve estar definido claramente;
- O trabalho deve definir claramente o contexto no qual foi realizado;
- O trabalho deve ser bem referenciado;
- O trabalho deve relatar de forma clara e não ambígua os resultados;
- O trabalho deve deixar claro se os objetivos ou questões de estudo foram alcançados.

O resultado da avaliação da qualidade irá determinar quais estudos serão incluídos na lista dos estudos primários dos quais serão extraídos os dados.

### **3.1.2.5. Estratégia de Extração dos Dados**

Após a seleção dos estudos primários e posterior aprovação no processo de avaliação de qualidade, começa o processo de extração dos dados relevantes para a pesquisa. Para cada estudo primário selecionado, será feita a extração dos dados e o preenchimento do Formulário de Extração de Dados.

### **3.1.2.6. Estratégia de Sumarização dos Dados**

Os dados extraídos de cada estudo primário serão organizados de forma tabular, permitindo uma melhor visualização dos dados coletados. A partir disso, são realizadas as análises, comparações e sínteses dos dados.

### **3.1.2.7. Estratégia de Documentação e Publicação dos Resultados**

Por fim, são definidas as estratégias de documentação e publicação dos resultados da pesquisa. As técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas, que utilizam ontologias no desenvolvimento distribuído de software, identificadas na revisão sistemática, serão documentadas e publicadas em eventos da área.

O protocolo será avaliado por um ou mais especialistas da área, gerando novas versões até sua aprovação final.

## **3.2. Estágio Atual do Trabalho**

O estado atual desta pesquisa se resume: ao estado da arte, onde foi feita uma revisão bibliográfica tradicional nos temas de desenvolvimento distribuído de software, revisão sistemática da literatura e ontologias, sendo utilizadas dissertações e teses acadêmicas, artigos científicos e livros; e ao planejamento da revisão sistemática, onde foram definidos os objetivos da revisão e foi desenvolvido o protocolo de revisão, que será utilizado para direcionar a execução da revisão sistemática.

Os próximos passos do trabalho serão: validar o protocolo de revisão junto a um especialista da área; executar a revisão sistemática, de acordo com os critérios definidos no protocolo de revisão; analisar as informações extraídas durante a revisão de forma quantitativa e qualitativa; e utilizar os resultados obtidos como base para a proposição de indicadores de novos projetos, gerando novos conhecimentos para a área.

## **4. Resultados Esperados**

O objetivo deste trabalho será levantar e analisar evidências relacionadas com o desenvolvimento distribuído de software a fim de identificar quais as técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas da engenharia de software utilizam ontologias em projeto com equipes distribuídas. Isso proporcionará a descoberta das influências e dos benefícios resultantes da utilização de ontologias como representação do conhecimento em projetos de software neste ambiente específico.

Os possíveis resultados esperados com a realização desta pesquisa são:

- Identificar quais as técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas que utilizam ontologias em projetos distribuídos: observar os principais fatores relatados por projetos acadêmicos e industriais que utilizam o DDS;

- Identificar de quais formas a utilização de representação de conhecimento através de ontologias pode beneficiar o desenvolvimento distribuído de software;
- Proposta de uma ferramenta para o DDS: a partir do mapeamento das técnicas, ferramentas, modelos e boas práticas que utilizam ontologias no DDS, propor o desenvolvimento de uma ferramenta baseado em ontologias;
- Estudo de caso: através de um estudo de caso realizar a avaliação da ferramenta a ser desenvolvida em projetos de empresas de software da região que trabalham com ambientes distribuídos, por exemplo, empresas do Porto Digital;
- Análise do estudo de caso: validando as hipóteses definidas e mapeando os resultados esperados.

Espera-se, com a realização desta pesquisa, incentivar a realização de outros estudos que favoreçam o avanço da área de DDS. Os resultados desta pesquisa podem ser de grande relevância para que as empresas que adotam projetos distribuídos possam evoluir seus processos, reduzindo problemas devido à distribuição e aumentando sua produtividade.

## **5. Considerações Finais**

No contexto da globalização, a distribuição das equipes de desenvolvimento de software no espaço tem tornado os projetos distribuídos cada vez mais comuns. Esta nova abordagem acentuou alguns dos desafios existentes e acrescentou novos desafios ao processo de desenvolvimento de software. O trabalho em ambientes de DDS é muito complexo e ainda não existem práticas maduras para esse contexto. Neste sentido, a utilização de ontologias pode trazer benefícios para esta área, como o mapeamento dos conceitos de DDS e a compreensão compartilhada das informações entre os envolvidos no processo.

Esta pesquisa apresenta os resultados parciais de uma revisão sistemática de literatura na área de DDS a fim de identificar os modelos, técnicas, ferramentas e boas práticas que utilizam ontologias no DDS. Com isso, espera-se verificar como a utilização de ontologias pode auxiliar o DDS. A partir deste mapeamento será proposto o desenvolvimento de um framework baseado em ontologia para auxiliar o processo de desenvolvimento distribuído de software. É importante que abordagens baseadas em evidências sejam realizadas em outras subáreas do DDS, assim é possível mapear e difundir as experiências e os conhecimentos de projetos em ambientes distribuídos, fazendo com que a área de DDS se torne mais madura.

Algumas pesquisas podem ser desenvolvidas futuramente a partir deste trabalho, como: pesquisas mais aprofundadas sobre a utilização de ontologias no desenvolvimento distribuído de software; proposta de desenvolvimento de uma ontologia para mapear todo o domínio de DDS, descrevendo os conceitos e as práticas deste ambiente; proposta de soluções para as dificuldades existentes em projetos DDS, baseadas em ontologias; e proposta de desenvolvimento de frameworks para o suporte ao ambiente distribuído, utilizando ontologia como forma de representação do conhecimento.

## Referências

- Audy, J. L. N., Prikladnicki, R. (2008). *Desenvolvimento Distribuído de Software*, Editora Elsevier.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., Travassos, G. H. (2005), “Systematic Review in Software Engineering”. Relatório Técnico, COPPE/UFRJ.
- Bulcão Neto, R. F. (2006). *Um Processo de Software e um Modelo Ontológico para Apoio ao Desenvolvimento de Aplicações Sensíveis a Contexto*. PHD Thesis, ICMC-USP.
- Carmel, E. (1999). *Global Software Teams – Collaborating Across Borders and Time-Zones*. EUA, Prentice-Hall.
- Gruber, T. (1993). *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*. Relatório Técnico, Knowledge Systems Laboratory, Computer Science Department, Stanford University.
- Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M., Corcho, O. (2004), “Ontological Engineering: with examples from the áreas of Knowledge management, e-Commerce and Semantic Web”. Springer, 4<sup>o</sup> edição, p. 421.
- Herbsleb, J. D. (2001), “Global Software Development”, *IEEE Software*, EUA, p. 16-20.
- Karolak, D. W. (1998). *Global Software Development – Managing Virtual Teams and Environments*, EUA, IEEE Computer Society.
- Kitchenham, B. (2004), “Evidence-based Software Engineering”, *Proceedings of the 26<sup>th</sup> International Conference on Software Engineering (ICSE’04)*, IEEE Computer Society, EUA, p. 273-281.
- Kitchenham, B. (2007), “Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering”, *EBSE Technical Report (EBSE’2007)*, Department of Computer Science, University of Durham, UK.
- Meyer, B. (2006), *The Unspoken Revolution in Software Engineering*. IEEE Computer.
- Oates, J. B. and Capper, G. (2009), “Using Systematic Reviews and Evidence-based Software Engineering with Master Students”, *International Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2009)*.
- Prikladnicki, R. (2003), “MuNDDoS: Um Modelo de Referência para Desenvolvimento Distribuído de Software”, *Dissertação de Mestrado*, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Tercio, M. S. (2003), “Extração de Informações para Busca Semântica na Web Baseada em Ontologias”, *Dissertação de Pós-graduação em Engenharia Elétrica*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- Travasso, G. H. and Mafra, S. N. (2006), *Estudos Primários e Secundários Apoiando a Busca por Evidências em Engenharia de Software*, PESC (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação) / COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

Travassos, G. and Biolchini, J. (2007), “Revisões Sistemáticas Aplicadas à Engenharia de Software”, XXI Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES), Brasil, 2007.