

# UM PROCESSO PARA GESTÃO DE REQUISITOS EM DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE

Ângela Maria de Souza<sup>1</sup>, Felipe Santana Furtado Soares<sup>1</sup>, Maria da Conceição Moraes Batista<sup>1</sup>, Ivaldir Honório de Farias Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (CESAR)  
Caixa postal 50030-220 – Recife - PE - Brasil

<sup>2</sup> Centro de Excelência em Tecnologia de Software do Recife (SOFTEX RECIFE)  
Caixa Postal 50030-120 - Recife - PE - Brasil

{angellaeu, furtado.fs, cecamoraes, ivaldirjr}@gmail.com

**Abstract:** *The modality of Development Distributed of Software (DDS) grows every day. However, beside the problems inherent to the processes of conventional development, a distributed team faces other challenges. With an objective of to help these professionals in the actives of management and requirement control, this article propose a process based on two existing processes and with the differential of uses objectives and practices from the Capability Maturity Model Integration (CMMI) for requirements management. The valuation of the process was realized through a field research with professionals of the DDS areas. The results indicate a necessity of utilization of this process by the DDS professionals.*

**Resumo:** A modalidade de Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS) cresce a cada dia. Entretanto, além dos problemas inerentes ao processo de desenvolvimento convencional, uma equipe distribuída enfrenta outros desafios. Com o objetivo de auxiliar estes profissionais nas atividades de gestão e controle de requisitos, este artigo propõe um processo baseado em dois processos já existentes e com o diferencial de utilizar objetivos e práticas do *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) para o gerenciamento de requisitos. A avaliação do processo foi realizada através de uma pesquisa de campo com profissionais da área de DDS. Os resultados indicam a necessidade da utilização deste processo pelos profissionais de DDS.

## 1. Introdução

O Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS) é adotado pelas empresas como uma alternativa para redução de custos, maior qualidade dos processos de desenvolvimento e a oportunidade de obtenção de recursos em âmbito global [Audy e Prikladnicki 2008]. No entanto, segundo [Machado 2011], mesmo com uma maior preocupação das organizações em desenvolverem software utilizando recursos bem definidos, com melhor desempenho, maior qualidade, dentro dos custos e prazos planejados, ainda existem grandes desafios a serem superados, por exemplo, as dificuldades de se gerenciar requisitos em projetos desenvolvidos de forma distribuída.

O DDS amplia os desafios do processo de desenvolvimento ao acrescentar a distância física, diferenças de fuso horário, problemas relacionados à comunicação, diferenças culturais e de idiomas, fatores estes que exercem grande influência na execução das atividades. Os problemas relacionados à Engenharia de Requisitos (ER<sup>1</sup>), por exemplo, a elicitación, a análise e a gestão de requisitos tendem a se agravar em virtude da distância entre os membros da equipe, e isto contribui para dificultar a coordenação e o controle das atividades desta área em DDS [Cibotto 2009, Audy e Prikladnicki 2008].

De acordo com a afirmação de [Sória 2006], existem modelos de processo disponíveis para guiar o desenvolvimento dos produtos assim como as atividades de monitoramento e controle; entre eles está o CMMI, que serve de orientação e auxílio para a melhoria dos processos de desenvolvimento. Neste contexto surge a questão: *como melhorar o Gerenciamento de Requisitos em DDS através de um processo definido com base nas boas práticas do CMMI?* Para responder a esta questão, este artigo apresenta um processo para o gerenciamento de requisitos em DDS desenvolvido com base nos processos propostos por [Audy e Prikladnicki 2008, Lopes 2004], com o diferencial de utilizar práticas do CMMI relacionadas à gestão de requisitos.

O artigo encontra-se organizado da seguinte maneira: seção 2 - conceitos acerca do CMMI com ênfase ao nível de maturidade 2, onde encontra-se a área de processo de Gerenciamento de Requisitos utilizada para a customização do processo; principais desafios da engenharia de requisitos em ambiente de DDS segundo a visão de alguns autores; seção 3 - trabalhos relacionados ao tema proposto; seção 4 - concepção do processo e definição de suas fases e atividades; seção 5 - análise e comparação de trabalhos relacionados ao processo proposto neste artigo; seção 6 - avaliação do processo por profissionais da área de DDS; seção 7 - considerações finais e propostas de trabalhos futuros e seção 8 - referências.

## **2. CMMI e Engenharia de Requisitos em Desenvolvimento Distribuído de Software - DDS**

O CMMI<sup>2</sup> ou Integração de Modelos de Capacidade e Maturidade foi desenvolvido pelo *Software Engineering Institute (SEI)*<sup>3</sup>. Atualmente é mantido pelo *CMMI Institute* e tem como objetivo guiar as organizações a melhorarem a definição, implementação, medição e controle dos seus processos de desenvolvimento, possibilitando que as mesmas possam alcançar o nível de maturidade desejado. O CMMI é dividido em cinco níveis de maturidade que organizam as melhores práticas, guiando as organizações a alcançarem a melhoria contínua dos seus processos na aquisição, desenvolvimento e manutenção dos produtos, são eles: 1. Inicial, 2. Gerenciado, 3. Definido, 4. Quantitativamente Gerenciado e 5. Otimizado. A Engenharia de Requisitos encontra-se no nível de maturidade 2 – (gerenciado), no qual está a área de processo de Gerenciamento de Requisitos.

---

<sup>1</sup> Engenharia de Requisitos: É um processo da Engenharia de Software que tem como objetivos: descobrir, analisar, documentar e verificar os serviços e restrições de um sistema [Sommerville 2011].

<sup>2</sup> <http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>

<sup>3</sup> SEI – *Software Engineering Institute*: <http://www.sei.cmu>

Para [Pressman 2011, Machado 2011], a ER apresenta uma sequência de atividades cujo objetivo é a obtenção, o detalhamento, a documentação, a especificação, a gestão e a validação dos requisitos. Estas atividades contribuem com o desenvolvimento de um produto de qualidade de forma correta e organizada. No entanto, é uma das atividades que apresenta grandes dificuldades.

Entre os principais desafios da ER para o DDS está a perda de contato face a face entre os membros da equipe, de acordo com [Lopes 2004]. Por outro lado, [Damian e Zowghi 2002, Espindola et al. 2005] destacam que a distância física e a comunicação entre os maiores problemas para o processo de ER em ambiente distribuído, tendo em vista que sem o conhecimento físico do ambiente onde o software será inserido, a compreensão dos requisitos por parte da equipe, torna-se reduzida. No que se refere ao processo de desenvolvimento [Audy e Prikładnicki 2008] destacam que os principais desafios são: arquitetura de software, engenharia de requisitos, gerência de configurações e processo de desenvolvimento. O presente estudo adotou o CMMI como modelo teórico de referência por ser ele formado pelas melhores práticas relacionadas ao desenvolvimento de software. Os objetivos e práticas relacionadas à área de processo de gestão de requisitos podem auxiliar uma equipe distribuída a realizar o monitoramento e controle das alterações de forma adequada.

### **3. Trabalhos Relacionados**

Uma grande parte de profissionais e estudantes dedica-se a encontrar soluções que auxiliam na redução da maioria dos desafios do DDS, inclusive a engenharia de requisitos, tendo em vista a crescente demanda das organizações em adotar esta modalidade de desenvolvimento devido a complexidade de organização e gestão dos processos que aumentam no cenário distribuído [Cibotto 2009, Espindola et al. 2005, Lopes 2004, Damian e Zowghi 2002], entre outros. Esta seção apresenta três abordagens relacionadas à Engenharia de Requisitos em ambiente de DDS.

#### **3.1. Gerenciamento de Requisitos em Desenvolvimento Global de Software usando Computação em Nuvem**

A abordagem apresentada por [Bibi et al. 2014] tem como objetivo principal identificar riscos de gerenciamento de requisitos em ambiente distribuído de software e em seguida propor uma solução, utilizando a computação em nuvem através do desenvolvimento de um *framework* (*RCM - CC<sup>4</sup>*). De acordo com os autores, uma equipe distribuída precisa constantemente trocar uma grande quantidade de informação, como acontece também no desenvolvimento centralizado, com a diferença de que em DDS aumentam também os problemas de comunicação. O modelo foi criado com o intuito de ajudar a reduzir os impactos dos efeitos provocados pela comunicação, diferenças culturais, idiomas e fuso horário que atuam diretamente nas atividades de gestão e controle dos requisitos em DDS. A computação em nuvem representa um novo paradigma no que diz respeito ao compartilhamento de informações, porém apresenta inúmeros desafios, tais como:

---

<sup>4</sup> *Requirement Change Management Framework using Cloud Computing*

segurança da informação, dificuldades na criação e manipulação de repositórios compartilhados.

Os autores mencionados anteriormente afirmam que a criação de um repositório para compartilhamento de dados não é uma tarefa fácil em virtude das diferenças de padrões e processos de desenvolvimento, pois muitas vezes têm-se informações muito divergentes entre os membros da equipe, o que acaba por dificultar o monitoramento e controle dos processos. A organização das informações é um dos principais desafios para uma equipe dispersa e levanta muitas questões com relação às expectativas dos usuários.

O resultado deste estudo é um *framework* composto por diversas atividades. Ele está dividido em cinco fases, a saber: (1) Pedido de alteração – nesta fase a comunicação da alteração é realizada através de diferentes sites, levando a abertura da solicitação de mudança; (2) Análise de impacto – é nesta fase que são feitas as análises dos impactos das mudanças solicitadas e também um mapeamento dos requisitos que serão alterados, incluídos ou descartados; (3) Avaliação e decisão – fase na qual serão feitas as avaliações dos esforços necessários e estimados os custos associados à execução das alterações; (4) Alteração - com base nas decisões tomadas após as análises, o próximo passo é implementação da alteração e (5) Envio das alterações – após a realização das alterações, os dados alterados são enviados a um repositório em nuvem que fornece acesso instantâneo e uma vasta quantidade de informações, ficando disponível aos membros da equipe e ao cliente.

### **3.2. Um Processo de Engenharia de Requisitos para Ambiente de Desenvolvimento Distribuído de Software**

O processo proposto por [Audy e Prikladnicki 2008] visa reduzir o impacto da dispersão das equipes na engenharia de requisitos em ambiente de DDS. O modelo é composto por quatro fases: (F1) Definições iniciais – o objetivo é estabelecer a infraestrutura a ser utilizada durante todo o processo de engenharia de requisitos; (F2) Mapeamento do contexto - tem como foco a identificação e documentação das informações sobre o contexto do software em desenvolvimento; (F3) Criação da especificação - para garantir a criação dos artefatos de requisitos necessários ao projeto e ao desenvolvimento. Esta fase é definida a partir das informações obtidas nas fases (F1) e (F2), sendo composta pelas atividades de obtenção, evolução, inspeção e validação dos artefatos de requisitos e (F4) A fase de gerenciamento de requisitos - onde ocorre a manutenção dos artefatos de requisitos, com o objetivo de assegurar que os mesmos sejam atualizados e alinhados de acordo com as necessidades do negócio e com as modificações do ambiente. Em paralelo às fases (F3) e (F4) ocorrem às atividades de suporte cujo objetivo é manter as informações sempre atualizadas.

### **3.3. Um Modelo de Processo de Engenharia de Requisitos para Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software**

Para tratar de dificuldades relacionadas aos fatores (comunicação, cultura, aspectos técnicos e gestão do conhecimento) que mais influenciam a engenharia de requisitos em ambiente de DDS, [Lopes 2004] desenvolveu um processo cujo objetivo é reduzir o impacto da dispersão das equipes na engenharia de requisitos. Para o desenvolvimento do processo foram definidos os papéis e responsabilidades de cada envolvido: (1) a equipe de engenheiros de requisitos (ER) – responsável pela elicitação, análise, negociação, documentação, validação e gerência dos requisitos; (2) o grupo de usuários (U); (3) clientes (C) – são eles que fornecem informações para especificação do software: são pessoas físicas ou jurídicas que solicitaram e contrataram o projeto; e, finalmente, (4) a equipe de desenvolvimento (D) - utilizam os requisitos especificados pelo grupo de engenheiros.

De acordo com o autor, entre clientes e desenvolvedores tem-se um representante do grupo de engenheiros de requisitos em um cenário de interação dos usuários, assumindo o papel de analista de negócio. Ao mesmo tempo, tem-se um representante do grupo de engenheiros atuando junto da equipe de desenvolvimento, com o papel de analista de aplicação.

O processo é dividido em cinco fases: a fase 01 consiste no envio dos artefatos de requisitos para a equipe de desenvolvimento; na fase 02, o analista de aplicação, ao receber os artefatos iniciais de requisitos, busca junto da equipe de desenvolvimento o entendimento destes artefatos e do contexto; em seguida tem início a fase 03, na qual os artefatos são enviados para grupo de usuários/clientes pelo analista de negócios, para que sejam aprovados e possam ser evoluídos; então, na fase 04, ocorre a validação dos artefatos de requisitos pelos usuários/clientes e pelo analista de negócios; por último, na fase 05, após os artefatos serem aprovados e validados pelos usuários/clientes e pelo analista de negócios, o analista de aplicação envia o conjunto de artefatos de entrada para a equipe de desenvolvimento.

## **4. Processo para Gestão de Requisitos em DDS**

O processo apresentado neste artigo tem como público-alvo os profissionais que atuam na modalidade de DDS. Trata-se de uma alternativa para acompanhar e controlar as alterações dos requisitos. Não é meta do processo aqui apresentado, explorar ou atender a todas as práticas e objetivos do CMMI para o gerenciamento de requisitos, e sim utilizar e adaptar aquelas que representem atividades importantes para a customização do processo. As práticas específicas selecionadas são identificadas pela sigla (PE), enquanto que as genéricas, pela sigla (PG).

As práticas específicas selecionadas que fazem parte do objetivo específico gerenciar requisitos: PE1. Obter um entendimento dos requisitos; PE3. Gerenciar mudanças de requisitos; PE4. Manter rastreabilidade bidirecional de requisitos; PE5. Identificar inconsistências entre artefatos do projeto e requisitos. Práticas genéricas, do objetivo genérico institucionalizar o processo gerenciado: PG2. Planejar o processo; PG3. Fornecer recursos; PG8. Monitorar e controlar o processo. A tabela 1 apresenta a relação entre as práticas e objetivos do CMMI com as atividades definidas no processo apresentado neste artigo, que tem como uma de suas bases à utilização destas práticas.

Tabela 1. Relação entre as práticas do CMMI com as atividades do processo

		CMMI			
		Práticas selecionadas de o objetivo específico gerenciar requisitos (OE)			
Processo para gestão de requisitos	<b>Atividades do processo</b>	PE1. Obter um entendimento dos requisitos	PE3. Gerenciar mudanças de requisitos	PE4. Manter rastreabilidade bidirecional de requisitos	PE5. Identificar inconsistências entre artefatos do projeto e requisitos
	Obter um entendimento dos requisitos (fase 3 – gerenciamento e execução)	■			
	Gerenciar mudanças de requisitos (fase 3 – gerenciamento e execução)		■		
	Manter a rastreabilidade bidirecional dos requisitos (fase 3 – gerenciamento e execução)			■	
	Identificar inconsistências entre os artefatos do projeto e os requisitos (fase 3 – gerenciamento e execução)				■
		<b>Prática genérica de o objetivo genérico institucionalizar o Processo Gerenciado (OG)</b>			
		PG2. Planejar o processo	PG3. Fornecer recursos	PG8. Monitorar e controlar o processo	
	Planejar o processo (fase 2 – planejamento)	■			
	Fornecer os recursos (fase 2 – planejamento)		■		
	Monitorar e controlar o processo (fase 4 – monitoramento e controle)			■	

#### 4.1. Visão Geral do processo

O processo apresentado foi desenvolvido para acompanhar e controlar as alterações dos requisitos em ambiente DDS de forma estruturada e organizada. Ele é composto pelas quatro fases apresentadas na Figura 1.

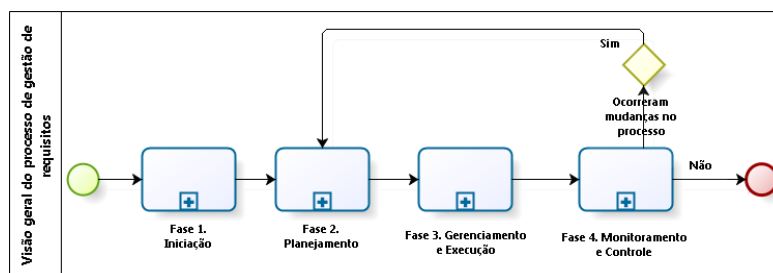


Figura 1. Visão geral do Processo

Para a divisão do processo nas fases ilustradas na Figura 1, adotou-se o modelo proposto por [Lopes 2004]. Cada fase é composta por atividades específicas que foram definidas levando-se em consideração fatores como distância, comunicação, fuso horário, idiomas e gestão do conhecimento, que podem impactar significativamente nas atividades de gestão de requisitos. Algumas destas atividades foram definidas tomando como base o processo apresentado por [Audy e Prikladnicki 2008] e outras, de acordo com as práticas do CMMI.

#### 4.2. Fases do processo

Todas as fases do processo e suas respectivas atividades estão representadas na Figura 2, a saber: 1 – iniciação; 2 – planejamento; 3 - gerenciamento e execução e 4 - monitoramento e controle.

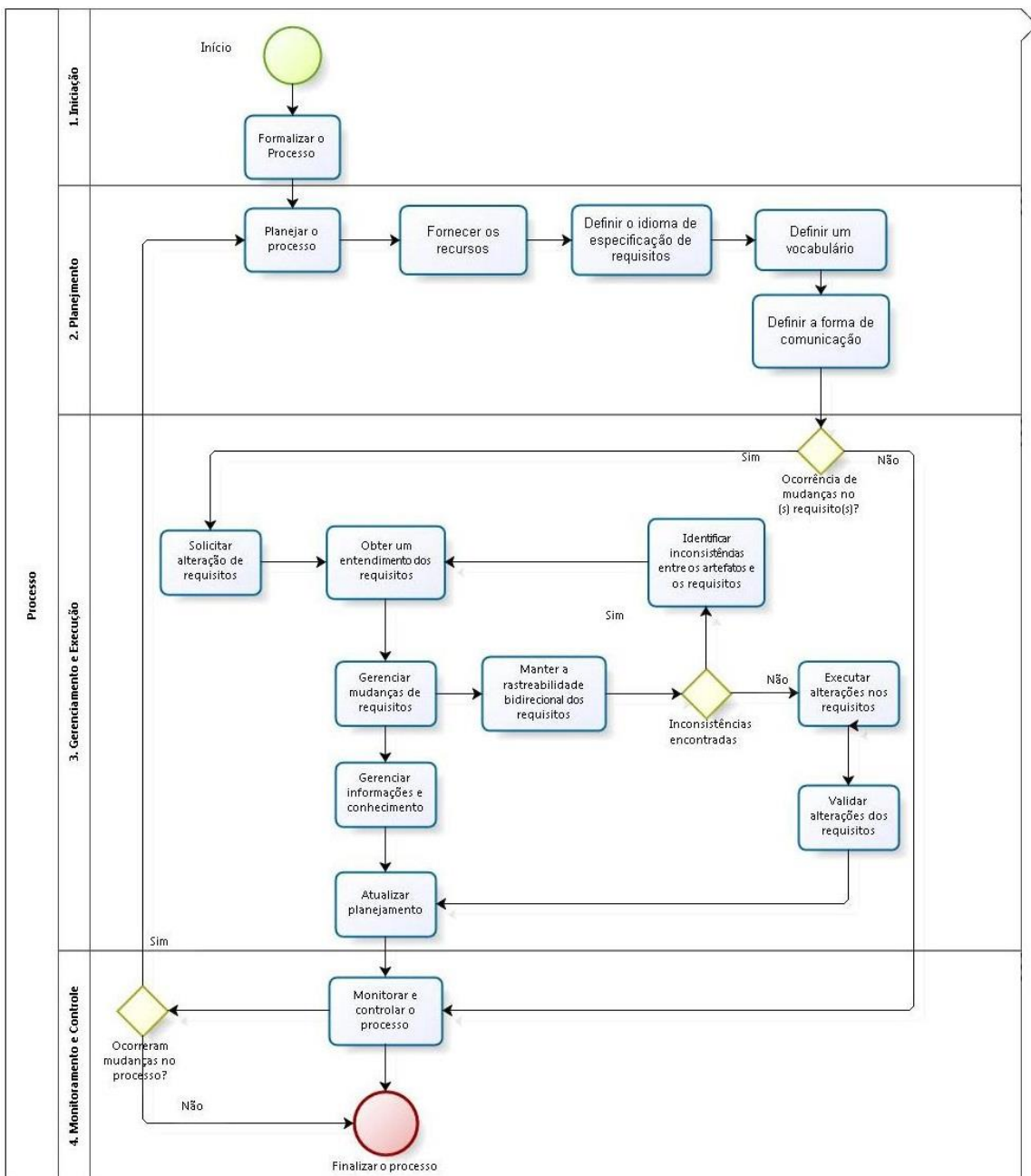


Figura 2. Representação do Processo

A Figura 2 apresenta a sequência das atividades de cada fase, sugerindo que elas sejam executadas segundo a ordem definida. O objetivo é auxiliar a equipe na organização das ações a serem realizadas e proporcionar uma visão mais clara do modo de executar o processo, mas de acordo com a necessidade da organização, da equipe ou do próprio processo, pode-se retornar a uma atividade ou fase anterior.

#### **4.3. Fase 1. Iniciação**

A fase de iniciação tem como finalidade formar a base para a implantação do processo de gestão de requisitos, que deve ser construída a partir da compreensão, pelos envolvidos, de que a utilização deste processo irá organizar e melhorar o gerenciamento e controle das alterações dos requisitos nos projetos desenvolvidos pela organização. Nesta fase foi definida a atividade de formalizar o processo, na qual serão definidas as condições necessárias para a implantação e execução do processo. Os artefatos definidos para este processo foram: documento de especificação de requisitos, documento de visão do projeto, plano de gerenciamento dos requisitos, plano de comunicação, formulário de solicitação de alteração, formulário de validação de alteração e matriz de rastreabilidade.

#### **4.4. Fase 2. Planejamento**

A fase de planejamento visa estabelecer um plano para a execução do processo e deve descrever objetivamente quais serão as atividades a serem realizadas para a sua efetivação. Seu principal designio é conscientizar os *stakeholders* sobre as necessidades da organização e a compreensão das atividades e critérios definidos para a implantação do processo. Por tratar-se de um processo customizado, algumas de suas atividades foram definidas de acordo com a abordagem de [Audy e Prikladnicki 2008]: definir o idioma de especificação dos requisitos, definir um vocabulário comum e definir a forma de comunicação. As demais atividades foram definidas de acordo com as práticas do CMMI: 1 – obter um entendimento dos requisitos, 2 – gerenciar mudanças nos requisitos, 4 – manter a rastreabilidade bidirecional dos requisitos, 5 – identificar inconsistências entre os artefatos do projeto e os requisitos, 6 - planejar o processo, 7 - fornecer os recursos (humanos, materiais e financeiros, entre outros) e 8 – monitorar e controlar o processo.

Os recursos humanos necessários à execução do processo são definidos através dos papéis dos envolvidos: gestores/representantes da organização (empresa), gerente de projetos, engenheiros de requisitos, grupo de usuários e equipe de desenvolvimento. Os gestores representantes da organização definirão os usuários-chave (grupo de usuários), responsáveis pelas solicitações de alterações, enquanto que a equipe de desenvolvimento será responsável por implementar as mudanças solicitadas. Os gerentes de projetos acompanham o processo, definem as responsabilidades de cada membro da equipe, elaboram e aprovam o plano de gerenciamento de requisitos juntamente com os engenheiros de requisitos. Os engenheiros devem monitorar e acompanhar cada atividade executada para manter o processo de acordo com planejamento e garantir que os artefatos do processo também estejam atualizados conforme a execução de cada atividade.



#### **4.5. Fase 3. Gerenciamento e Execução**

Esta fase apresenta uma sequência de atividades definidas para facilitar a execução do processo de forma ordenada, possibilitando maior controle das alterações dos requisitos. Os engenheiros de requisitos desempenham um papel fundamental já que serão eles que irão negociar, analisar e aprovar as solicitações de alterações, além de monitorar as mudanças ocorridas nos requisitos, com o auxílio da equipe de desenvolvimento. Foram definidas aqui as seguintes atividades: (1) solicitar alterações nos requisitos; (2) obter um entendimento entre os requisitos; (3) - gerenciar mudanças nos requisitos; (4) manter a rastreabilidade bidirecional dos requisitos; (5) identificar inconsistências entre os requisitos e os artefatos de requisitos; (6) executar alterações nos requisitos; (7) validar alterações nos requisitos; (8) gerenciar informações e conhecimento e (9) atualizar o planejamento.

Um engenheiro de requisitos ao receber uma solicitação de alteração (atividade 1) deve mobilizar a equipe de desenvolvimento para que se estabeleça um entendimento comum dos requisitos (atividade 2). Em seguida esse engenheiro, juntamente com a equipe de desenvolvimento, analisará os impactos das mudanças solicitadas tanto no projeto quanto em outros requisitos. O objetivo, neste momento, é manter o gerenciamento das alterações realizadas (atividade 3), para que as alterações sejam realizadas de forma controlada. Todas as informações extraídas das análises ficarão a disposição do gerente de projetos e este, por sua vez, manterá os gestores/representantes da organização informados sobre as mudanças.

Os requisitos podem ser monitorados e rastreados através das matrizes de rastreabilidade (atividade 4) que possibilitem monitorar as alterações desde a concepção dos requisitos e durante todo o seu ciclo de vida. Esta atividade é crucial, pois permite que engenheiros avaliem os impactos das mudanças tanto nos requisitos quanto nas demais atividades do processo e nos artefatos. Caso se identifique inconsistências nos requisitos, ou entre estes e os artefatos, o engenheiro deve, mais uma vez, mobilizar a equipe e buscar a fonte de origem das inconsistências e suas possíveis causas (atividade 5). As inconsistências devem ser encontradas e resolvidas o mais breve possível, para que haja continuidade no andamento do processo. Só após essas tarefas é que a equipe de desenvolvimento é autorizada a implementar as alterações solicitadas (atividade 6).

As alterações realizadas deverão ser validadas (atividade 7) pelos *stakeholders* solicitantes (grupo de usuários), pelo gerente de projetos, gestores representantes da organização e principalmente pelos engenheiros de requisitos. É muito importante que todas as mudanças ocorridas nos requisitos sejam documentadas e amplamente divulgadas entre todos os envolvidos (atividade 8). Por último, deve-se realizar a atualização (atividade 9) de tudo que foi planejado. Esta atualização mantém os artefatos consistentes com as mudanças, além de ajudar os engenheiros de requisitos e equipe de desenvolvimento a avaliar se as mudanças foram implementadas conforme o planejado inicial.

#### **4.6. Fase 4. Monitoramento e Controle**

O Monitoramento e Controle têm a finalidade de manter a execução do plano de gerenciamento de requisitos de acordo com os critérios estabelecidos para que os objetivos do processo sejam alcançados. O processo ainda oferece suporte para que se possa voltar à fase de planejamento caso seja necessário. No caso de haver mudanças no

processo, por exemplo, alterações dos papéis dos envolvidos, obtenção de novos recursos antes não definidos ou mudanças nas atividades planejadas, deve-se voltar à fase de planejamento do processo para a inclusão ou alteração destes recursos ou de atividades. Após a realização de todas as fases e execução das respectivas atividades, deve-se finalizar o processo de gestão de requisitos com as devidas aprovações e validação das atividades realizadas.

## 5. Comparação

Sabe-se que a engenharia de requisitos em ambiente distribuído apresenta muitos desafios e após a análise dos trabalhos apresentados, pôde-se perceber que os estudos acerca desta modalidade de desenvolvimento muito têm contribuído para o esclarecimento e entendimento das necessidades das pessoas envolvidas com esta área da engenharia de software. Muitos são os desafios provocados pela distribuição geográfica de membros de uma equipe que têm impactos significativos nas seguintes atividades: especificação, análise, negociação, controle e gestão dos requisitos de software.

As pesquisas apontadas na literatura para o DDS, quase sempre, apresentam objetivos comuns, especialmente aqueles que têm como finalidade reduzir os impactos provocados pelos fatores que afetam o DDS em diversas áreas do desenvolvimento de software. As propostas apresentadas, cada uma com suas particularidades, propõem benefícios para auxiliar tanto a ER quanto o gerenciamento de requisitos em ambiente DDS. Diante do que foi dito, a Tabela 2 apresenta uma comparação do processo proposto neste artigo com os trabalhos relacionados. Os critérios para a comparação foram selecionados com base nos principais desafios encontrados na literatura (exemplo: [Audy e Prikladnicki 2008, Farias Junior 2014] entre outros autores).

**Tabela 2. Comparação dos trabalhos relacionados com o processo proposto**

Critérios	Bibi et al. (2014)	Audy e Prikladnicki (2008)	Lopes (2004)	Processo proposto neste artigo
Estrutura do processo /Fluxo de atividades	AP	AP	AP	AP
Papéis e Responsabilidades	APP	NP	AP	AP
Monitoramento dos requisitos	AP	AP	NP	AP
Gestão do conhecimento	AP	AP	AP	APP
Artefatos	NP	AP	AP	AP
<b>Legenda:</b> AP – Apresenta; APP – Apresenta Parcialmente; NP – Não Apresenta.				

Ressalta-se que todas as abordagens analisadas apresentam importantes contribuições para a solução dos problemas que afetam a gestão e controle de requisitos em ambiente distribuído. No entanto, ainda é possível perceber que existem necessidades que não são atendidas pelas abordagens apresentadas, a saber: a falta de artefatos na proposta apresentada por [Bibi et al. 2014] que foi criada com o objetivo de reduzir os impactos

dos efeitos provocados pela comunicação, diferenças culturais, idiomas e fuso horário que afetam a gestão e controle dos requisitos em DDS. Porém não deixa clara a utilização de artefatos que possivelmente seriam necessários para documentar as análises dos impactos das mudanças solicitadas e o mapeamento dos requisitos que serão alterados, incluídos ou excluídos. A proposta de [Audy e Prikladnicki 2008] não apresenta os papéis e responsabilidades dos *stakeholders* envolvidos no processo e a proposta de [Lopes 2004], não apresenta uma fase ou atividade para o monitoramento das alterações dos requisitos.

Foram levados em consideração os recursos apresentados em cada abordagem com relação aos aspectos considerados mais relevantes na gestão de requisitos em DDS, entre eles destacam-se: estrutura do processo, fluxo de atividades, papéis e responsabilidades dos envolvidos, monitoramento dos requisitos, gestão do conhecimento e os artefatos apresentados conforme aponta [Espindola et al. 2005].

O diferencial do processo proposto nesta pesquisa é que o mesmo foi definido tendo como uma de suas bases os objetivos e práticas da área de processo de gestão de requisitos do CMMI, adaptados ao contexto do DDS. Outro aspecto importante é a inclusão de artefatos relevantes para a gestão e controle de requisitos, pois entende-se que a documentação produzida serve para armazenar as informações e o conhecimento sobre os requisitos, bem como aquelas relacionadas ao planejamento e execução das atividades e ainda podem servir como fonte de pesquisas para projetos futuros pelo fato de armazenarem informações importantes desde a implantação do processo.

Através da atividade de gestão das informações e conhecimento, também é possível avaliar as soluções propostas para a redução dos impactos das mudanças ocorridas nos requisitos, já que as mesmas serão documentadas de modo histórico e estará disponível para consultas futuras. A definição dos papéis e responsabilidades dos envolvidos também é um ponto positivo do processo, pois é necessário saber exatamente **o que e para quem transmitir** as informações é algo imprescindível para a manutenção do controle das alterações.

## 6. Resultado da Avaliação do Processo por Profissionais do DDS

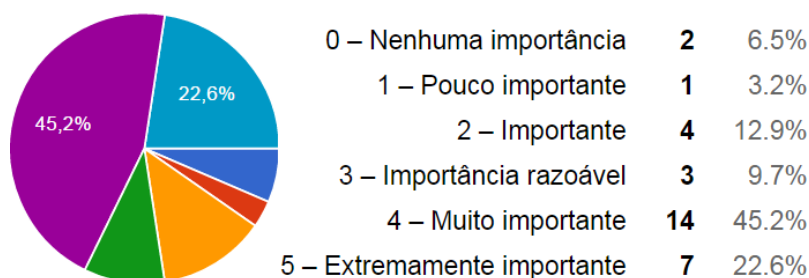
A fim de avaliar aspectos do processo para gerenciar requisitos em ambiente de DDS utilizando práticas do CMMI, realizou-se uma pesquisa de campo, com profissionais especialistas da área do DDS, entre eles gerentes de projetos, engenheiro de requisitos e desenvolvedores, através de um *survey* disponibilizado via *web* utilizando a ferramenta *Google Drive*. O questionário tinha entre outros objetivos aqueles descritos na Tabela 3.

**Tabela 3. Avaliação do processo proposto**

Objetivos da pesquisa de campo	
1.	Avaliar a importância de estudar novas alternativas para reduzir os efeitos dos fatores que afetam o DDS nas atividades de gestão de requisitos;
2.	Validar se existe relevância na adoção de práticas e objetivos definidos pelo CMMI para o gerenciamento de requisitos a em ambiente de DDS;
3.	Avaliar se existe interesse dos profissionais em utilizar o processo proposto e validar sua relevância apresentando características específicas do processo, suas fases e atividades.

Esta pesquisa foi realizada no mês de agosto de 2013, tendo como *amostragem* os *questionários* de 31 participantes. A validação do processo foi feita com base nesta

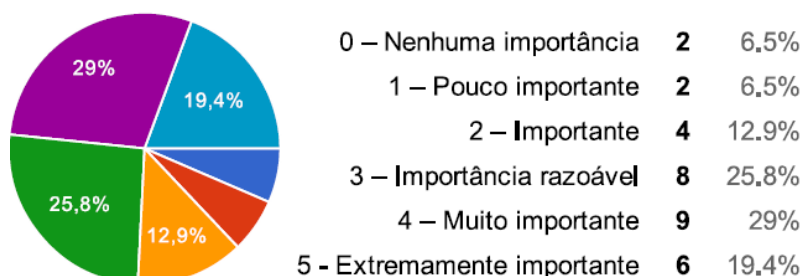
*amostra*, de forma que até a finalização dos estudos que resultaram neste artigo, outros *questionários* que foram previamente enviados não foram respondidos em tempo hábil, ficando assim fora do *corpus*. As questões da pesquisa foram formuladas para validar alguns aspectos relevantes do processo proposto, além de verificar a viabilidade de utilização do processo pelos profissionais de DDS. Para validar o primeiro objetivo apresentado na Tabela 3, os participantes foram questionados com relação ao desenvolvimento de um processo que proponha ajudar na redução dos efeitos negativos provocados pelos fatores que afetam o DDS para a gestão de requisitos. Obteve-se o resultado da Figura 3.



**Figura 3. Fatores do DDS para gestão de requisitos**

De acordo com o exposto na Figura 3, 45,2% dos participantes consideraram muito importante o estudo e a análise destes impactos para desenvolver ou melhorar as propostas de recursos ou ferramentas que contribuam para a melhoria da gestão e controle de requisitos em ambiente de DDS. Destaca-se que, 22,6% consideraram extremamente importante, 9,3% dos participantes atribuíram uma importância razoável, 12,9% considera importante, 6,5% não atribuíram nenhuma importância. 3,2% consideram pouco importante.

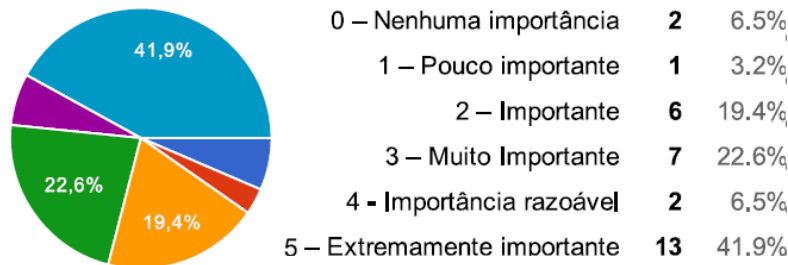
Para validar o segundo objetivo da pesquisa, os participantes foram questionados sobre qual nível de importância que os mesmos atribuem a um processo para gestão e controle de requisitos em DDS desenvolvido com base na utilização de práticas do CMMI como atividades para a gestão e controle de requisitos em DDS. O Resultado está representado na Figura 4.



**Figura 4. Importância da utilização de práticas do CMMI no processo**

De acordo com a Figura 4, entre os participantes 19,4% consideram extremamente importante a adoção das práticas do CMMI em um processo para gestão de requisitos em DDS. 29% considera muito importante e 12,9% considera importante. 25,8% dos participantes atribuíram uma importância razoável. Este resultado pode ser um indicativo de que as práticas do CMMI para estes a gestão de requisitos em ambiente de DDS é de interesse da comunidade.

A Figura 5 apresenta o resultado que consolida o terceiro e último objetivo da pesquisa de campo. 41,9 % dos participantes consideram o processo extremamente importante e o adotariam. Este resultado pode ser um indicativo de que, a divisão do processo em fases, sendo cada uma composta de atividades específicas, pode auxiliar principalmente na estrutura e organização das tarefas contribuindo para melhorar a gestão de requisitos em ambiente de DDS.



**Figura 5. Importância atribuída à adoção do processo proposto**

Ressalta-se ainda que 22,6% dos participantes consideram o processo muito importante e 19,4% o considera importante e apenas 6,5% atribuíram importância razoável ao processo proposto, 3,2% o considera pouco importante e 6,5% não atribuíram nenhuma importância.

## 7. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento distribuído de software tem sido alvo da realização de muitos estudos devido a sua crescente aplicação na indústria do software. A adoção do CMMI para o DDS pode contribuir de forma significativa para organização e melhoria dos processos para a gestão de requisitos. Ao longo do desenvolvimento do artigo foram expostos conceitos básicos a acerca da ER e da importância dos requisitos para o desenvolvimento de software, bem como das dificuldades de controle das alterações dos requisitos; Apresentou-se também conceitos importantes relacionados ao CMMI, principalmente no que se relaciona com a gestão de requisitos; Descrição das principais características do DDS no que diz respeito aos fatores e desafios que influenciam a engenharia de requisitos.

Pôde-se constatar que os resultados obtidos apontam para uma necessidade de melhor estruturação e organização da gestão de requisitos. A principal contribuição desta pesquisa é a proposta de um processo de gerência de requisitos que contempla a adoção de objetivos e práticas do CMMI, além de características de outras abordagens existentes na literatura [Audy e Prikładnicki 2008, Lopes, 2004] para o gerenciamento de requisitos em ambiente de DDS. Após o estudo realizado, pode-se afirmar que as

dificuldades de planejamento, controle e gestão das atividades de gerenciamento neste tipo de ambiente são uma preocupação a mais para os profissionais, além daquelas inerentes aos processos de desenvolvimento. Esta é mais uma contribuição que soma-se a outras existentes na literatura e que se propõem a reduzir os impactos exercidos pelos desafios do DDS no desenvolvimento de software. Os resultados também apontam que o processo é de interesse de profissionais que desempenham diferentes papéis na modalidade de DDS.

O DDS vem se tornando a cada dia, uma fonte de pesquisa com grande potencial de crescimento. Sendo assim, como pesquisas futuras, recomenda-se: validação do processo a partir da sua implantação e utilização por profissionais e ou equipe de DDS; A continuidade do processo proposto, através do desenvolvimento de uma ferramenta para a gestão de requisitos em DDS, usando as práticas do CMMI apresentadas nesta abordagem; Analisar os benefícios, impactos, vantagens e desvantagens do processo proposto em relação a outros processos existentes; Utilizar objetivos e práticas de outras áreas de processo do CMMI para a criação de novas ferramentas, métodos e ou processos que possam auxiliar na gestão de requisitos e no desenvolvimento distribuído de software.

## 8. Referências

- [Audy e Prikladnicki 2008] Audy, Jorge Luis Nicolas; Prikladnicki, Rafael. Desenvolvimento Distribuído de Software: desenvolvimento de software com equipes distribuídas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- [Bibi et al. 2014] Bibi, S. , Hafeez , Y ., Hassan , M. S. , Gul , Z. , Pervez, H . , Ahmed , I. and Mazhar, S. (2014) *Requirement Change Management in Global Software Environment Using Cloud Computing*. *Journal of Software Engineering and Appli-cations* ,7, 694 -699. <<http://dx.doi.org/10.4236/jsea.2014.78064>> Acesso em 25 de Mai. 2015.
- [Cibotto 2009] Cibotto, Rosefran Adriano Gonçales. Um Modelo de Planejamento Estratégico de Sistemas de Informação para Organizações que atuam em Desenvolvimento Distribuído de Software. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Maringá, Paraná. 2009. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/pos-graduacao/mestrado-em-ciencia-da-computacao/arquivos/dissertacoes-1/Rosefran%20Adriano%20Goncales%20Cibotto.pdf>> Acesso em: 30 Jul. 2013
- CMMI ® for Services, Version 1.3. CMMI-SVC, V1.3: SEI. *Software Engineering Institute. Improving processes for providing better products and services*. TECHNICAL REPORT. CMU/SEI-2010-TR-033.ESC-TR-2010-033: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, November 2010. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>> Acesso em 25 de Set. 2013.
- [Damian e Zowghi 2002] Damian, Daniela E.; Zowgh, Didar. *The impact of stakeholders' geographical distribution on managing Requirements in a multi-site organization*. University of Technology, Sydney Austrália. Proceedings of the IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering (RE'02) – 2002. Disponível em <

<http://epress.lib.uts.edu.au/research/bitstream/handle/10453/3156/2004003429.pdf?sequence=1> > Acesso em 07 de Out. de 2013.

- [Espindola et al. 2005] Espindola, Rodrigo; Lopes Leandro; Prikladnicki, Rafael; Audy, Jorge Luis Nicolas. Uma abordagem baseada em gestão do conhecimento para gerência de requisitos em desenvolvimento distribuído de software. VIII Workshop em Engenharia de Requisitos, Porto, Portugal, 2005. Disponível em: <[http://www.inf.pucio.br/wer/WERpapers/artigos/artigos\\_WER05/rodrigo\\_espindola.pdf](http://www.inf.pucio.br/wer/WERpapers/artigos/artigos_WER05/rodrigo_espindola.pdf)> Acesso em: 23 de Mar. de 2012>
- [Farias Junior 2014] Farias Junior, Ivaldir. “C2M - *The communication maturity model for distributed software development*”, Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – CIN - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2014.
- [Lopes 2004] Lopes, Leandro Teixeira. Um Modelo de Processo de Engenharia de Requisitos para Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software. Mestrado (Ciências da Computação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Faculdade de Informática – Programa de Pós-graduação em ciências da Computação - Porto Alegre – RS, 2004. Disponível em <[http://tede.pucrs.br/tde\\_arquivos/4/TDE-2006-10-31T182548Z-95/Publico/384394.pdf](http://tede.pucrs.br/tde_arquivos/4/TDE-2006-10-31T182548Z-95/Publico/384394.pdf)> Acesso em 26 de Mar. 2012.
- [Machado 2011] Machado, Felipe Nery Rodrigues. Análise e gestão de Requisitos de Software: onde nascem os sistemas. Edição: 1ª. São Paulo: Érica, 2011.
- [Pressman 2011] PRESSMAN, Roger. S. Engenharia de Software: uma Abordagem profissional. Edição: 7ª. São Paulo: McGraw-Hill, 2011.
- [Sória 2006] Sória, Felipe Grando. Implantação do cmmi: metodologia baseada na Abordagem por processos. Mestrado (Engenharia e Produção de Sistemas) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Católica do Paraná, 2006. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp023841.pdf>> Acesso em 05 de Ago. 2014.
- [Sommerville 2011] Sommerville, Ian. Engenharia de Software. Edição: 9ª. São Paulo: Pearson, 2011.