

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**mRED – UM MÉTODO PARA A ENGENHARIA DE  
REQUISITOS EM AMBIENTES DE  
DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE**

THAÍS EBLING

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Ciência da  
Computação na Pontifícia Universidade Católica do  
Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís Nicolas Audy.

**Porto Alegre  
2009**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E16m Ebling, Thaís  
mRED – um método para a engenharia de requisitos em  
ambientes de desenvolvimento distribuído de software / Thaís  
Ebling. – Porto Alegre, 2009.  
132 f.

Diss. (Mestrado) – Fac. de Informática, PUCRS.  
Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís Nicolas Audy.

1. Informática. 2. Engenharia de Software. 3. Sistemas  
Distribuídos. I. Audy, Jorge Luís Nicolas. II. Título.

CDD 005.1

**Ficha Catalográfica elaborada pelo  
Setor de Tratamento da Informação da BC-PUCRS**



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
FACULDADE DE INFORMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

## TERMO DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação intitulada "mRED - Um Método para a Engenharia de Requisitos em Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software", apresentada por Thaís Ebling, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, Sistemas de Informação, aprovada em 21/01/10 pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Jorge Luis Nicolas Audy -  
Orientador

PPGCC/PUCRS

Profa. Dra. Ana Paula Terra Bacelo -

PPGCC/PUCRS

Prof. Dr. José Palazzo Moreira de Oliveira -

UFRGS

Homologada em 14/12/2010, conforme Ata No. 24 pela Comissão Coordenadora.

Prof. Dr. Fernando Gehm Moraes  
Coordenador.

**PUCRS**

**Campus Central**

Av. Ipiranga, 6681 - P32- sala 507 - CEP: 90619-900

Fone: (51) 3320-3611 - Fax (51) 3320-3621

E-mail: [ppgcc@pucrs.br](mailto:ppgcc@pucrs.br)

[www.pucrs.br/facin/pos](http://www.pucrs.br/facin/pos)

*“Todo o conhecimento começou com intuições, passou aos conceitos e terminou com idéias” – Immanuel Kant.*

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, pelo apoio e exemplos de vida que me motivaram a iniciar esta jornada que agora concluo.

Ao Christian, pela compreensão dos momentos de ansiedade e pelo nosso amor incondicional.

Ao meu orientador, Professor Jorge L. N. Audy, pelo constante cuidado e atenção ao meu trabalho e pelas críticas e sugestões que tanto me guiaram durante esta conquista.

Aos Professores Ana Paula Terra Bacelo, Rafael Prikladnicki e colegas do grupo de pesquisa MunDDos, pelas importantes contribuições neste trabalho.

A Professora Elisa H. M Huzita, a colega Ana Paula Lemke e aos alunos da UEM e PUCRS que participaram do experimento para avaliação do método, pela disponibilidade e seriedade com que trataram esta importante etapa da pesquisa.

Aos colegas do CEPES e ao convênio Dell/PUCRS, pela convivência e auxílio com a bolsa de pesquisa tão necessária para a realização deste trabalho.

Por fim, a Deus pelas diversas oportunidades e bênçãos que me deu em minha vida.

# mRED – UM MÉTODO PARA A ENGENHARIA DE REQUISITOS EM AMBIENTES DE DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE

## RESUMO

A Engenharia de Requisitos (ER) é uma etapa do desenvolvimento de software que requer constante comunicação e colaboração entre os *stakeholders*<sup>1</sup>. Esta natureza colaborativa faz com que a ER apresente diversos desafios no Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS) [DAM02][DAM07][SEN06] – fenômeno onde freqüentemente têm-se um cenário de equipes que possuem dispersão geográfica (distância física), dispersão temporal (diferenças de fuso-horário) e diferenças socioculturais (idioma, costumes, comportamento, etc.) [AUD07]. Na busca de reduzir as dificuldades da ER dos ambientes distribuídos, diversas propostas surgiram. Uma maneira de sistematizá-la é através da adoção de uma proposta de reutilização [CHE07], mais especificamente da abordagem de Linha de Produto de Software (LPS), a qual enfatiza o reuso de requisitos do domínio da empresa na construção de novos produtos [CHA01][LIN07][POH98].

Desta maneira, apresentamos o método mRED<sup>2</sup> que possibilita a reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS, além disto, propomos uma Política de Reutilização que contém sugestões de ferramentas, técnicas e práticas propostas na literatura de DDS, para auxiliar a execução de cada uma das atividades do método. O mRED foi avaliado através de um experimento realizado em parceria entre a Universidade Estadual de Maringá (UEM) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul universidades (PUCRS) e apresentou indícios de que a sua eficiência é maior do que a eficiência do método *ad hoc* de ER nos ambientes distribuídos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Distribuído de Software, Engenharia de Requisitos, Linha de Produto de Software.

---

<sup>1</sup> Na presente dissertação o termo *stakeholder* será utilizado para identificar os participantes, interessados e envolvidos em determinados processos e etapas do desenvolvimento de software.

<sup>2</sup> método de Reuso de rEquisitos em ambientes Distribuídos

# mRED – A REQUIREMENTS ENGINEERING METHOD TO DISTRIBUTED SOFTWARE DEVELOPMENT ENVIRONMENTS

## ABSTRACT

Requirements Engineering (RE) is a software development stage that requires constant communication and collaboration between the stakeholders. Due this collaborative nature, the RE presents several challenges in Distributed Software Development (DSD) environments [DAM02][DAM07][SEN06] – approach where teams often presents geographic dispersion (physical distance), temporal and sociocultural differences (different time-zones, languages and culture) [AUD07]. We can notice the increasing of studies about this phenomenon, aiming to reduce the RE difficulties in DSD environments. One proposal to systematize the RE is the adoption of a reuse approach [CHE07], specifically the Software Product Line (SPL) which supports the requirements reuse of the company's domain [CHA01][LIN07][POH98].

Thus, we present the mRED method that allows the requirements reuse by using SPL in DSD environments, and also we propose a Reuse Policy (based on a DSD literature review) which suggests some tools, techniques and practices specific to distributed environments for each one of the activities of the method. The mRED was evaluated through an experiment between two universities, presenting evidence that its efficiency is higher than the ad hoc RE efficiency in distributed environments.

**Keywords:** Distributed Software Development, Requirements Engineering, Software Product Line.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de processo de Engenharia de Requisitos.....	19
Figura 2 – Equipe co-localizada e equipe distribuída. ....	22
Figura 3 – Desafios da ER nos ambientes de DDS. ....	25
Figura 4 – Atividades da LPS. ....	30
Figura 5 – Modelo de <i>Features</i> . ....	32
Figura 6 – Modelo de caso de uso do domínio. ....	33
Figura 7 – Modelo conceitual para gerenciamento de problemas de LPS globais. ....	34
Figura 8 – Estrutura do documento dos requisitos do domínio. ....	36
Figura 9 – Issue-based Variability Model. ....	37
Figura 10 – Matriz de justificação para LPS Globais. ....	38
Figura 11 – Mapa conceitual da Base teórica. ....	40
Figura 12 – Etapas do experimento. ....	43
Figura 13 – Visão geral do método mRED. ....	46
Figura 14 – Disciplina Definições iniciais. ....	50
Figura 15 – Ferramenta Odyssey-ED. ....	51
Figura 16 – Modelo de <i>features</i> da ferramenta <i>Feature Model Plugin</i> . ....	52
Figura 17 – Requisitos da LPS na ferramenta REMAP-tool. ....	53
Figura 18 – Modelo de casos de uso do domínio feito em ferramenta CASE.....	53
Figura 19 – Ferramenta OdysseyShare.....	54
Figura 20 – Ferramenta eConference.....	55
Figura 21 – Ferramenta EGRET.....	56
Figura 22 – Disciplina Definição dos requisitos do domínio.....	60
Figura 23 – Disciplina Definição dos requisitos do produto. ....	66
Figura 24 – Disciplina Suporte ao DDS. ....	73
Figura 25 – Disciplina Gerenciamento da LPS. ....	76
Figura 26 – Duplas do experimento. ....	86



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propostas para a ER em DDS. ....	27
Tabela 2 – Métodos de LPS. ....	31
Tabela 3 – Notações de variabilidade da LPS. ....	32
Tabela 4 – Síntese das funcionalidades do Apoio ferramental e ferramentas existentes. .	56
Tabela 5 – Disciplina Definições iniciais. ....	59
Tabela 6 – Disciplina Definição dos requisitos do domínio. ....	65
Tabela 7 – Disciplina Definição dos requisitos do produto. ....	73
Tabela 8 – Disciplina Suporte ao DDS. ....	75
Tabela 9 – Disciplina Gerenciamento da LPS. ....	79
Tabela 10 – mRED no experimento realizado. ....	80
Tabela 11 – Distribuição do fator sobre os tratamentos. ....	83
Tabela 12 – Instrumentação do experimento realizado. ....	84
Tabela 13 – Validade do experimento realizado. ....	84
Tabela 14 – Representação tabular dos resultados do experimento. ....	88
Tabela 15 – Resultado do questionário da fase 4 do experimento. ....	89

## LISTA DE SIGLAS

ACM - Association for Computing Machinery  
CASE - Computer-Aided Software Engineering  
COTS - Commercial Off-The-Shelf systems  
DBC - Desenvolvimento Baseado em Componentes  
DDS - Desenvolvimento Distribuído de Software  
DSD - Distributed Software Development  
ER - Engenharia de Requisitos  
ES - Engenharia de Software  
FAST - Family-Oriented Abstraction, Specification and Translation  
FODA - Feature Oriented Domain Analysis  
FORM - Feature-Oriented Reuse Method  
FS - Functional Specifications  
GQM - Goal Question Metric  
ICEIS - International Conference on Enterprise Information Systems  
LPS - Linha de Produto de Software  
MDD - Model-Driven Development  
mRED - Método de reuso de requisitos em ambientes distribuídos  
ODM - Organization Domain Modeling  
PIMS - Problem Information Management System  
PLR - Product Line requirements  
PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PULSE - Product Line Software Engineering  
QOC - Questions, Options and Criteria  
RE - Requirements Engineering  
RSEB - Reuse-Driven Software Engineering Business  
RSL - Revisão Sistemática da Literatura  
SEI - Software Engineering Institute  
SPL - Software Product Line  
UEM - Universidade Estadual do Maringá  
UML - Unified Modeling Language  
WER - Workshop on Requirements Engineering

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	Justificativa .....	15
1.2	Objetivos.....	16
1.3	Estrutura do documento.....	16
2	BASE TEÓRICA.....	18
2.1	Método de pesquisa utilizado .....	18
2.2	Engenharia de Requisitos.....	18
2.2.1	Processo de ER.....	19
2.2.2	Desafios da ER.....	21
2.3	Desenvolvimento Distribuído de Software .....	21
2.3.1	Desafios do Desenvolvimento Distribuído de Software .....	23
2.3.2	Engenharia de Requisitos em ambientes distribuídos .....	25
2.4	Linha de Produto de Software .....	29
2.4.1	Atividades, métodos e modelos da abordagem de LPS .....	30
2.5	Trabalhos relacionados.....	33
2.5.1	Proposta de Gao et al [GAO02].....	33
2.5.2	Proposta de Cho [CHO07].....	35
2.5.3	Proposta de Thurimella e Wolf [THU07a].....	36
2.6	Reflexões críticas sobre os trabalhos relacionados.....	38
2.7	Resumo .....	39
3	MÉTODO DE PESQUISA .....	42
3.1	Resumo .....	45
4	MÉTODO E POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO DE REQUISITOS UTILIZANDO LPS EM AMBIENTES DE DDS .....	46
4.1	Visão geral do método mRED .....	46
4.2	Papéis do método.....	48

4.3	Artefatos do método.....	48
4.4	Disciplinas e atividades do método, Política de reutilização para as atividades.....	49
4.4.1	Disciplina Definições iniciais.....	49
4.4.2	Disciplina Definição dos requisitos do domínio.....	60
4.4.3	Disciplina Definição dos requisitos do produto.....	66
4.4.4	Disciplina Suporte ao DDS.....	73
4.4.5	Disciplina Gerenciamento da LPS.....	75
4.5	Resumo.....	79
5	ESTUDO EXPERIMENTAL REALIZADO.....	80
5.1	Definição.....	81
5.2	Planejamento.....	82
5.3	Operação.....	85
5.4	Análise e interpretação dos resultados.....	87
5.4.1	Análise qualitativa.....	89
5.5	Reflexões sobre o método de pesquisa experimental.....	92
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
6.1	Contribuições.....	96
6.2	Limitações do trabalho.....	96
6.3	Estudos futuros.....	97
	APÊNDICE A – PROTOCOLO RESUMIDO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	104
	APÊNDICE B – FERRAMENTA DE APOIO.....	106
	APÊNDICE C – FUTURO SISTEMA.....	109
	APÊNDICE D – MODELO DE CASOS DE USO DO DOMÍNIO.....	110
	APÊNDICE E – APRESENTAÇÃO PARA EQUIPES QUE UTILIZARAM O MÉTODO AD HOC DE ER.....	113
	APÊNDICE F – APRESENTAÇÃO PARA EQUIPES QUE UTILIZARAM O MÉTODO MRED DE ER.....	120

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO INICIAL .....	130
APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL.....	131
APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO.....	132

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente percebe-se o aumento da relevância da informática e dos softwares para o diferencial competitivo do negócio, fornecendo informações estratégicas, auxiliando os trabalhos, resolvendo problemas, entre outras possibilidades. Com este aumento, cada vez mais os clientes desejam softwares de acordo com prazos e custos estabelecidos e principalmente, condizentes com as suas necessidades. Entretanto, a atividade de desenvolver um software é complexa e apresenta diversas dificuldades (problemas de comunicação e entendimento entre os *stakeholders*, falta de padronização do processo, estabelecimento de prazos e custos irrealistas, etc.), acarretando muitas vezes no atraso de entregas, aumento de custos e não atendimento das necessidades do cliente.

Para reduzir estas dificuldades surgiu a Engenharia de Software (ES), a qual é uma disciplina que engloba todos os aspectos da produção de um software [SOM04]. Com o auxílio da ES buscou-se estabelecer um processo de desenvolvimento definido, com modelos, metodologias, ferramentas e métodos adequados. Uma das tendências da ES é o fenômeno conhecido como Desenvolvimento Distribuído de Software, no qual as equipes de software estão geograficamente distribuídas. Esta tendência se deve a possibilidade de reduzir custos, obter maior qualidade do processo de desenvolvimento e maior quantidade de recursos em âmbito global, estar próximo do cliente, etc. [CAR99]. O DDS frequentemente apresenta um cenário onde as equipes possuem dispersão geográfica (distância física), dispersão temporal (diferenças de fuso-horário) e diferenças socioculturais (idioma, costumes, comportamento, etc.) [AUD07]. Estas características impactam em atividades do desenvolvimento de software que necessitam de colaboração e compreensão constante entre os *stakeholders*, como é o caso da Engenharia de Requisitos [SEN06][DAM02][DAM07].

Na ER ocorre a definição e identificação do propósito e das funcionalidades do futuro sistema, descritos através dos requisitos de software. É uma atividade de suma importância que requer constante comunicação e compreensão entre os desenvolvedores, analistas, clientes, etc. Exatamente por esta natureza colaborativa e interativa, a ER apresenta diversos desafios em situações onde as equipes estão distribuídas geograficamente, entre eles: problemas de comunicação, dificuldades de entendimento dos requisitos, na colaboração e estabelecimento de objetivos comuns entre as equipes, diferenças culturais nacionais e organizacionais, dificuldades no

gerenciamento de mudanças e de conhecimento e ainda, falta de propostas específicas para estes ambientes [EBL09].

Uma proposta para tornar a ER mais sistemática é a adoção da abordagem de reutilização [CHE07]. Esta proposta compreende um conjunto sistemático de processos, técnicas e ferramentas para reutilizar artefatos (requisitos, documentos de análise, módulos, arquitetura, código fonte, etc.) desenvolvidos anteriormente. O reuso no nível dos requisitos traz diversos benefícios, entre eles: redução do tempo gasto em especificações; aumento do entendimento do requisito; possibilidade de reuso em etapas mais avançadas do ciclo de desenvolvimento de software; reuso de estimativas, modelos e conhecimento sobre requisitos existentes [LAM98a][LAM98b]. A abordagem de Linha de Produto de Software enfatiza este tipo de reuso através da identificação e reutilização dos requisitos do domínio da empresa na construção dos produtos [CHA01][LIN07][POH98].

Desta maneira, neste trabalho exploramos os benefícios da integração de reutilização de requisitos, LPS e ER, propondo um método que pretende auxiliar a ER dos ambientes distribuídos.

## **1.1 Justificativa**

Atualmente percebe-se a tendência da distribuição geográfica das equipes de desenvolvimento de software como forma de obter os benefícios da globalização, reduzir custos e aumentar a qualidade do processo de desenvolvimento. Frequentemente as empresas que adotam o DDS atuam em um cenário de dispersão geográfica e temporal, com diferenças culturais e de idioma entre as equipes [AUD07]. Estas características impactam e dificultam atividades colaborativas do desenvolvimento de software, como é o caso da ER [AUD07][SEN06]. Desta maneira, percebe-se a necessidade de expandir ou criar novas técnicas e ferramentas que englobem a elicitação, modelagem, negociação e gerenciamento dos requisitos nos ambientes distribuídos [CHE07].

A abordagem de reutilização é consolidada no âmbito da ES e são conhecidos os benefícios da sua adoção para a ER, tornando-a uma atividade mais prescritiva e sistemática [CHE07]. Entre as diversas propostas de métodos e processos de reuso encontra-se a abordagem de LPS, a qual enfatiza e possibilita a reutilização de requisitos [CHA01]. De fatos, percebe-se o aumento do número de organizações que reutilizam artefatos e estão distribuindo geograficamente o desenvolvimento de seus produtos [THU07][GAO02], o que têm motivado pesquisas relativas a adoção de LPS para auxiliar a ER dos ambientes distribuídos [GAO02][THU07][CHO07].

Entretanto, sabe-se que a adoção de uma abordagem de reutilização de requisitos é um desafio para as organizações, envolvendo mudanças culturais, mudanças na maneira de projetar e desenvolver o software, a necessidade do estabelecimento de um processo específico e sistemático de trabalho, entre outros fatores. O reuso num cenário de DDS se torna uma proposta interessante sob duas perspectivas: melhoria e padronização do processo de desenvolvimento de software, focando em reuso, e garantia de que os artefatos de software desenvolvidos em um cenário de equipes distribuídas, em especial os requisitos, sejam facilmente identificados e reutilizados. Neste contexto emerge a questão de pesquisa:

*Como incorporar os conceitos de reuso na Engenharia de Requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software?*

## **1.2 Objetivos**

Ciente das dificuldades da ER dos ambientes distribuídos e dos benefícios da adoção de uma abordagem sistemática de reuso para auxiliar a ER, o objetivo geral desta pesquisa é propor um método e uma política de reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS. Para a consecução deste objetivo geral, identificam-se os seguintes objetivos específicos:

- Aprofundar o estudo da base teórica;
- Propor um método e uma política que possibilite a reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS;
- Desenvolver uma ferramenta que auxilie na avaliação do método proposto;
- Aplicar o método proposto visando identificar os benefícios decorrentes de sua utilização;
- Documentar e reportar os resultados do estudo, apresentando-os na comunidade.

## **1.3 Estrutura do documento**

Este volume está organizado em 6 capítulos. No capítulo 2 apresenta-se a base teórica desta pesquisa, envolvendo os principais conceitos sobre Engenharia de Requisitos, Desenvolvimento Distribuído de Software, ER em ambientes de DDS e Linha de Produto de Software. O capítulo 3 inclui o referencial teórico sobre experimentos, suas definições e etapas. No capítulo 4, apresenta-se o método mRED e a Política de



Reutilização de requisitos que sugere a adoção de LPS para auxiliar a ER dos ambientes de DDS. No capítulo 5 descreve-se detalhadamente o experimento realizado para avaliar o método proposto. Finalmente, no capítulo 6 apresentam-se as considerações finais, enfocando as contribuições, limitações deste estudo e trabalhos futuros.

## 2 BASE TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos relativos a esta pesquisa, compreendendo as áreas de Engenharia de Requisitos, Desenvolvimento Distribuído de Software, ER em ambientes distribuídos e Linha de Produto de Software. Além disto, são apresentados os trabalhos relacionados.

### 2.1 Método de pesquisa utilizado

Para conhecer o estado da arte da principal área de pesquisa envolvida nesta proposta (ER dos ambientes distribuídos), utilizou-se o método de pesquisa conhecido como Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Segundo Biolchini et al [BIO05], RSL refere-se a uma metodologia de pesquisa desenvolvida para investigar e avaliar evidências pertinentes a um tema. Tem como principal objetivo identificar, avaliar e interpretar estudos disponíveis e relevantes para uma questão específica, área ou fenômeno de interesse [KIT04].

Desta maneira, baseando-se nos modelos propostos por Biolchini et al [BIO05] e Kitchenham [KIT04], realizou-se uma busca sistemática na literatura (Apêndice A) a fim de identificar as principais dificuldades da Engenharia de Requisitos nos ambientes distribuídos e as propostas existentes para amenizá-las. Com este método pôde-se identificar o estado da arte desta área de pesquisa, brevemente apresentado na subseção 2.3.2 “Engenharia de Requisitos em ambientes distribuídos”.

### 2.2 Engenharia de Requisitos

O sucesso de um projeto de software é definido principalmente pelo fato de ele realizar ou não a tarefa para a qual foi proposto, por isto a identificação detalhada e precisa do seu escopo é essencial. O entendimento dos propósitos do software, do ambiente onde será inserido e do negócio da empresa são fatores importantes para auxiliar na análise e documentação das necessidades dos *stakeholders* (pessoas ou organizações que serão afetadas pelo futuro sistema ou que possuem influência sob o mesmo, por exemplo: clientes, fornecedores, Engenheiros de requisitos, etc. [KOT98]). Estas necessidades são convertidas em requisitos de software que descrevem como o sistema deve se comportar, contendo informações do domínio da aplicação, restrições de

operações e especificações de propriedades do sistema [KOT98]. Segundo Sommerville [SOM04], requisitos de software são freqüentemente classificados em:

- Requisitos funcionais: Descrevem as funções do sistema, como ele deve reagir a determinadas entradas e como deve se comportar em situações específicas. Podem indicar também o que o sistema não deve fazer;
- Requisitos não funcionais: Descrevem restrições (de tempo, de confiabilidade, etc.) sobre serviços ou funções que o sistema fornece;
- Requisitos de domínio: Descrevem características do domínio da aplicação, podendo ser requisitos funcionais ou não funcionais.

O processo de descobrir, analisar, documentar e verificar essas funções e restrições é chamado de Engenharia de Requisitos [SOM04]. Este processo inclui uma série de atividades para identificar, descrever e manter um conjunto de requisitos de um sistema. A ER fornece mecanismos apropriados para entender o que o cliente deseja, analisar as necessidades, verificar possibilidades, negociar uma solução razoável, especificar uma solução entendível, validar esta especificação e gerenciar os requisitos conforme eles se transformam em um software [PRE01].

### 2.2.1 Processo de ER

As empresas podem adotar diferentes processos de ER. Cada uma pode desenvolver seu próprio processo ou adaptar processos de ER existentes, a fim de melhor adequá-los à sua realidade. São muitas as propostas de processos de ER, entretanto de maneira geral os autores os dividem nas etapas de estudo da viabilidade, elicitação e análise dos requisitos, especificação e validação dos mesmos. A figura a seguir apresenta um processo de ER em alto nível de granularidade:

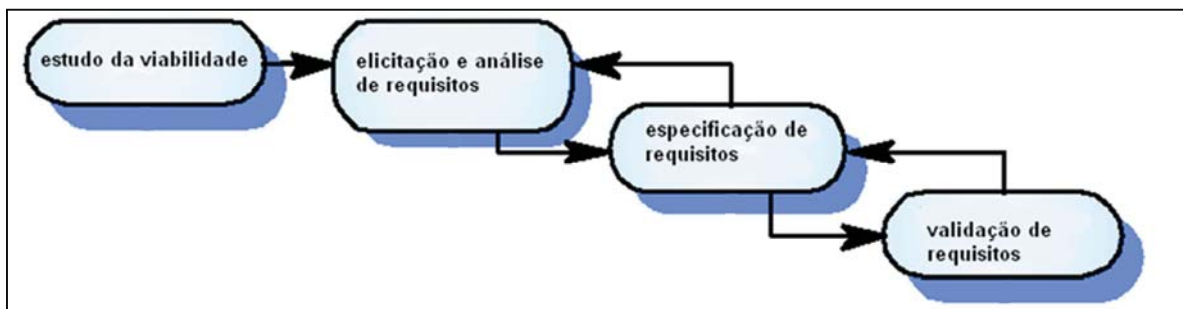


Figura 1 – Modelo de processo de Engenharia de Requisitos.

Fonte: Adaptada de [SOM04].

Na ER inicialmente ocorre a análise do esforço para se desenvolver o sistema em questão, verificando se existe viabilidade, se a relação custo-benefício é vantajosa à empresa, se seriam necessários recursos adicionais, etc.

Após esta análise ocorre a elicitação de requisitos para identificar as expectativas e necessidades dos *stakeholders* em relação ao software que será desenvolvido. Segundo Kotonya e Sommerville [KOT98], os requisitos podem ser obtidos através de consultas com clientes e/ou usuários, documentos do sistema, conhecimento do domínio e estudos de mercado. Juntamente com a elicitação ocorre a análise e negociação dos requisitos, incluindo discussões com os *stakeholders* para a decisão de questões como: categorização, identificação de relações, classificação de importância e critérios de aceitação dos requisitos.

Depois da elicitação e análise, ocorre a especificação dos requisitos em um nível de detalhe que os *stakeholders* os entendam. Esta documentação freqüentemente é feita utilizando linguagem natural e/ou diagramas [KOT98]. O documento de requisitos contém uma declaração oficial do que é exigido dos desenvolvedores do sistema [SOM04].

Por fim ocorre a validação dos requisitos. Esta atividade tem como principais objetivos definir se os requisitos documentados refletem as necessidades do cliente e detectar possíveis erros e ambigüidades na especificação dos mesmos. Os tipos de verificações que podem ser feitas no documento de requisitos incluem: verificação de validade (identificação de todas as funcionalidades desejadas pelos *stakeholders*), de consistência (identificação de requisitos conflitantes), de completeza (definição de todas as funções e restrições desejadas), de realismo (verificação se os requisitos podem ser implementados) e facilidade de verificação (identificação se o documento pode ser verificado com facilidade) [SOM04]. Se forem encontradas não conformidades em relação a estes critérios, os documentos e requisitos devem ser reescritos, refinados e remodelados.

Em paralelo a estas atividades, a ER também inclui a Gerência dos requisitos, a qual analisa e controla as mudanças nos requisitos do sistema, mantendo registro destas modificações e garantindo que as mesmas ocorram de maneira controlada [SOM04]. É uma atividade fundamental para o sucesso da ER, visto que os softwares estão constantemente evoluindo, os ambientes onde eles operam sofrem alterações, as necessidades dos *stakeholders* mudam, etc. [NUS00].

Como pode-se perceber a ER é uma atividade crucial para o sucesso do desenvolvimento de um software. O entendimento do que o software deve ou não fazer, o contato com o cliente, a transcrição dos objetivos do software para um documento ou

modelo, a gerência dos requisitos, todas estas ações são de extrema importância para construir o software desejado. Apesar de sua importância, a ER freqüentemente apresenta uma grande quantidade de desafios e dificuldades nos projetos de software [PRE01].

### 2.2.2 Desafios da ER

Apesar da relevância da ER para o sucesso do processo de desenvolvimento de um software, freqüentemente ela apresenta diversos desafios e dificuldades. Entre os problemas que podem ocorrer na ER temos a possibilidade de uma grande quantidade de *stakeholders* envolvidos que podem possuir objetivos e perspectivas conflitantes sobre o sistema e podem não explicitar claramente seus desejos [NUS00]. Os clientes podem não saber o que eles realmente querem, podem se expressar utilizando termos técnicos não conhecidos pelos Engenheiros de requisitos, os requisitos podem sofrer alterações durante a análise [SOM04]. Na ER, também existem dificuldades em identificar os *stakeholders* e seus graus de envolvimento no projeto, as comunicações entre os envolvidos podem não fluir claramente, requisitos podem ser esquecidos ou mal-interpretados, as diferenças culturais podem levar a desentendimentos, etc. [AUD07].

Nos ambientes de DDS, características como a distância, diferenças temporais, culturais e de idioma entre as equipes aprofundam estes problemas, tornando-a ainda mais crítica [ZOW02]. Identificar os *stakeholders* se torna mais difícil, pois a percepção do ambiente e pessoas envolvidas é prejudicada; as especificações dos requisitos comumente são ambíguas devido as diferenças culturais e de linguagem entre as equipes; a prática de rastreabilidade dos requisitos pode não ser adotada em alguns ambientes; a comunicação geralmente ocorre através de ferramentas que podem prejudicar a transmissão e compreensão de idéias; etc. [AUD07].

A seguir, para melhor contextualização do assunto, serão apresentados os principais conceitos da abordagem de Desenvolvimento Distribuído de Software.

## 2.3 Desenvolvimento Distribuído de Software

Atualmente os sistemas de informação desempenham um importante papel dentro das organizações, auxiliando a empresa a atingir seus objetivos estratégicos. Este aspecto, unido com o crescimento da globalização do mercado e com a idéia de

terceirização, motivaram o surgimento do fenômeno conhecido como Desenvolvimento Distribuído de Software, caracterizado pelo desenvolvimento de software por equipes geograficamente distribuídas. Segundo Carmel [CAR99], vários são os fatores que contribuíram para acelerar o surgimento do DDS, entre eles:

- Desejo de produção 24 horas por dia, desenvolvimento conhecido como *follow-the-sun*;
- Necessidade de recursos globais para serem utilizados a qualquer momento e de diminuição de custos;
- Proximidade ao usuário final.

A dispersão das equipes se apresenta como uma alternativa para o desenvolvimento de software e demonstra ser uma tendência atual nas empresas. O DDS se diferencia do desenvolvimento tradicional de software (co-localizado) principalmente pela dispersão geográfica (distância física), dispersão temporal (diferenças de fuso-horário) e diferenças socioculturais entre as equipes (idioma, costumes, comportamento, etc.) [AUD07]. A figura a seguir apresenta uma possível configuração de desenvolvimento distribuído em comparação ao desenvolvimento com equipes co-localizadas:

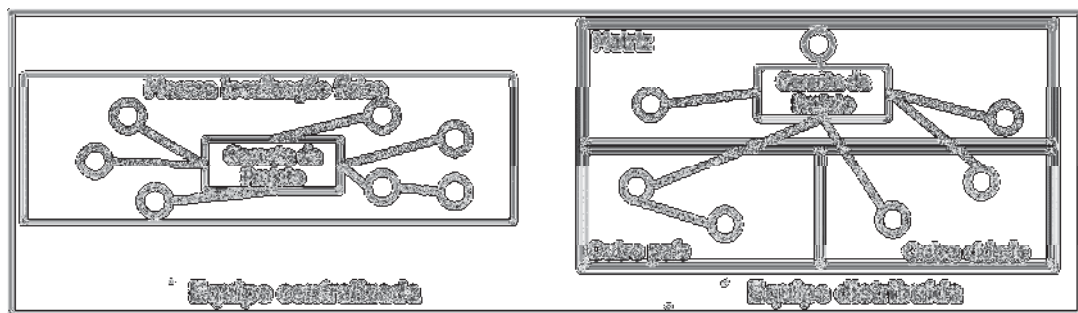


Figura 2 – Equipe co-localizada e equipe distribuída.

Fonte: Extraída de [PRI06].

O desenvolvimento distribuído compreende a colaboração e cooperação entre membros das equipes, mesmo quando estes estão localizados em cidades, estados, países ou até continentes diferentes. A seguir, os possíveis níveis de dispersão dos atores envolvidos no DDS:

- Mesma localização física: Neste nível a empresa possui seus atores presentes no mesmo local. Reuniões entre as equipes podem ocorrer sem dificuldades, não existem diferenças de fuso-horário e dificilmente ocorrem diferenças culturais entre as equipes;

- Distância física nacional: Neste nível os atores estão presentes no mesmo país. Reuniões podem ocorrer em curtos intervalos de tempo, podem haver diferenças culturais e de fuso-horário entre as equipes;
- Distância física continental: Neste nível os atores estão no mesmo continente, porém em países diferentes. Reuniões presenciais são difíceis e a diferença de fuso-horário pode dificultar as interações entre as equipes;
- Distância global: Neste nível os atores estão em países e continentes diferentes, muitas vezes apresentando um cenário de desenvolvimento global. Reuniões são ainda mais dificultadas, a comunicação é prejudicada e diferenças culturais frequentemente ocorrem entre as equipes.

As freqüentes características do DDS impactam na maneira como o software é desenvolvido e projetado, muitas vezes as equipes necessitam fazer uso de ferramentas para se comunicarem, necessitam de bases com informações culturais das equipes, de forte gerência e coordenação de processos e pessoas, etc. Além disto, estas características aprofundam as dificuldades inerentes ao processo de desenvolvimento de software centralizado, trazendo novos problemas.

### 2.3.1 Desafios do Desenvolvimento Distribuído de Software

Existe consentimento entre os profissionais de ES de que ambos os tipos de desenvolvimento de software, centralizado e distribuído, possuem dificuldades. Entretanto, esta nova forma de desenvolvimento (DDS) apresenta novos desafios [AUD07]:

**Desafios relacionados a pessoas:** É comum que nos ambientes distribuídos os encontros físicos entre as pessoas sejam dificultados devido as distâncias, prejudicando o estabelecimento de relações de confiança, liderança e espírito de equipe entre elas. Os conflitos técnicos, não-técnicos e as diferenças culturais adquirem um caráter mais crítico quando as equipes estão distantes. Desta maneira, existe a necessidade de critérios mais rigorosos para a formação de grupos nestes ambientes, evitando equipes numerosas para que não haja problemas de coordenação e controle. Além disto, percebe-se pouco incentivo ao ensino de DDS nas universidades acarretando em falta de recursos humanos especializados.

**Desafios relacionados a processos:** Nos ambientes de DDS existem dificuldades em estabelecer uma arquitetura de software que busque a modularização do trabalho

distribuído. Áreas importantes do processo de desenvolvimento, como a Engenharia de Requisitos e a Gerência de configuração, tornam-se críticas devido a necessidade de constante cooperação entre os envolvidos e a possibilidade de mudanças simultâneas e paralelas. Além disto, a falta de sincronização entre as atividades pode dificultar o desenvolvimento do software, sendo necessário estabelecer um processo comum à todas as equipes.

**Desafios relacionados a tecnologias:** Devido a distância física e diferenças temporais entre as equipes, a comunicação e colaboração entre elas se torna dependente de tecnologias de colaboração e ferramentas de telecomunicação.

**Desafios relacionados a gestão:** Nos ambientes de DDS percebe-se dificuldades na coordenação e controle das tarefas e ainda, na definição de “onde”, “por quem” e “como” os projetos devem ser desenvolvidos. Torna-se crítico o gerenciamento de projetos distribuídos e o monitoramento de seus riscos, devido a dispersão da equipe, falta de confiança e liderança. Outros desafios de gestão são relacionados as dificuldades em estabelecer o modelo de negócio mais apropriado à empresa, em selecionar e alocar projetos para distribuí-los, em definir questões relativas a legislação dos países e questões de propriedade intelectual do software.

**Desafios relacionados a comunicação:** Em relação aos desafios de comunicação têm-se a falta de disseminação do conhecimento de contexto do projeto (sobre o andamento do projeto, a maneira como as equipes estão trabalhando, etc.), as diferenças culturais, de idioma e de escrita de documentos, diferenças nos fusos-horários de trabalho, etc.

Segundo Herbsleb [HER07], no desenvolvimento de software centralizado as equipes possuem maneiras próprias de coordenar seu trabalho, possuem visão compartilhada, tanto de processos como de hábitos e vocabulário, e ainda, através das constantes interações formais e informais, os membros das equipes conhecem a expertise, responsabilidades e tarefas uns dos outros. Porém, no desenvolvimento distribuído todos estes aspectos são afetados, ou seja, as equipes normalmente não se conhecem, nunca se viram pessoalmente, não conhecem a maneira de trabalho dos seus colegas, geralmente não possuem visão compartilhada, pois falam línguas diferentes e têm culturas diferentes.

Podemos perceber que são diversos os desafios e dificuldades que o DDS acrescenta ao desenvolvimento de software, em especial em atividades colaborativas e cooperativas. De fato, Audy e Prikladnicki [AUD07] afirmam que um dos principais desafios dos ambientes de DDS é a Engenharia de Requisitos e ainda, Sengupta et al



[SEN06] afirmam que a distância cultural, temporal e de linguagem dos ambientes de DDS afetam particularmente a ER.

### 2.3.2 Engenharia de Requisitos em ambientes distribuídos

Devido a natureza colaborativa e interativa da Engenharia de Requisitos, ela é particularmente afetada quando ocorre em ambientes distribuídos. Dificuldades de comunicação, utilização de processos inadequados no desenvolvimento de software, uso de técnicas diferentes pelas equipes, incompatibilidade de ambientes de trabalho, interesses conflitantes e falta de conhecimento do contexto do projeto, impactam negativamente na especificação dos requisitos, bem como, no gerenciamento dos mesmos [HER07]. A figura seguir apresenta como os problemas do DDS impactam na ER:

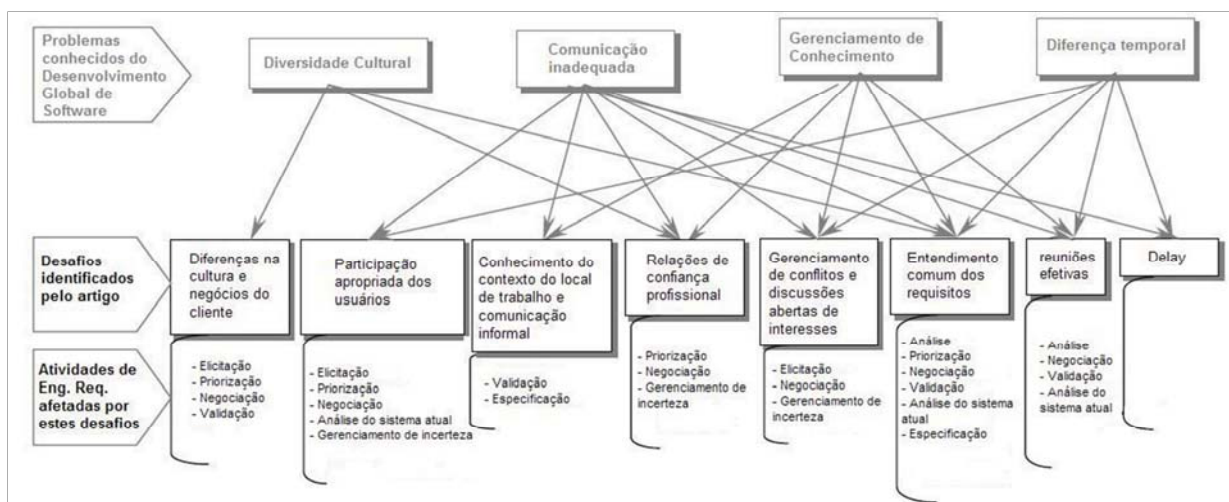


Figura 3 – Desafios da ER nos ambientes de DDS.

Fonte: Adaptada de [DAM02].

Segundo Damian e Zowghi [DAM02], os problemas do DDS que influenciam na ER são a diversidade cultural, a comunicação inadequada, o gerenciamento de conhecimento dificultado e as diferenças temporais entre equipes [DAM02]. Nos ambientes de DDS a ER apresenta diversos desafios e dificuldades [EBL09]:

**Problemas de comunicação:** A comunicação sobre os requisitos nos ambientes de DDS é desafiadora devido as diferenças culturais, temporais e de linguagem entre as equipes. A dispersão geográfica dos envolvidos introduz diferentes fusos-horários e dificulta a comunicação síncrona e assíncrona, causando *delay* no processo de

desenvolvimento [DAM02][BER06a][HER07]. Bhat et al [BHA06] concluíram que os problemas da ER não são facilmente resolvidos devido a falta de comunicação informal e de relações de confiança entre as equipes [DAM07].

**Falta de entendimento comum dos requisitos:** Em ambientes de DDS, as dificuldades de obter entendimento comum dos requisitos são ampliadas [HER07]. Muito tempo é gasto nesta atividade [KOM07] e a incompreensão dos requisitos somente é percebida durante as fases de integração do software, quando as alterações são mais custosas [SEN06]. Esta falta de entendimento causa má-interpretação [DAM07][CHE07] e dificulta a colaboração entre os *stakeholders* [DAM02].

**Falta de colaboração:** A abordagem de DDS acentua os desafios relacionados a colaboração dos *stakeholders*. Isto geralmente ocorre devido as diferenças culturais, de idioma, de processos organizacionais e a dispersão física das equipes [DAM07][DAM02][BHA06].

**Falta de objetivos comuns:** Em ambientes distribuídos torna-se difícil estabelecer objetivos comuns entre as equipes, devido a falta de entendimento e das diferenças culturais existentes entre elas [BHA06]. Isto pode causar diferentes pontos de vista e prioridades no processo de desenvolvimento [BER06a], o que se torna perigoso visto que o gerenciamento de conflitos nestes ambientes é afetado [DAM02].

**Diferenças culturais nacionais e organizacionais:** As diferenças culturais afetam a ER dos ambientes de DDS. Em relação às diferenças culturais nacionais torna-se difícil obter um entendimento comum dos requisitos [HER07], resultado da comum má-interpretação na comunicação entre os *stakeholders* [DAM02][DAM07][BER06a][AUD04]. Em relação às diferenças culturais organizacionais, a ER enfrenta problemas devido as diferenças nos ambientes de trabalho [DAM02][CHE07], uso de múltiplos e distintos processos e ferramentas, etc. [BHA06][DAM07][BER06a][HER07].

**Dificuldades no Gerenciamento de mudanças:** O Gerenciamento de mudanças dos requisitos é bastante afetado nos ambientes distribuídos [SEN06][BHA06][KOM07], especialmente quando não existem políticas empresariais bem definidas para esta área [BER06a]. Damian [DAM07] argumenta que a distância entre aqueles que originam as mudanças nos requisitos e aqueles que decidem sobre a implementação destas alterações, dificulta a definição de um processo rigoroso. Jacobson et al [JAC05] concluiu que a maior concentração de inserção de defeitos no software ocorre durante a fase de Especificação de requisitos, particularmente quando ocorrem mudanças nos requisitos.

**Dificuldades no Gerenciamento de conhecimento:** O desenvolvimento distribuído dificulta a busca e integração de informações sobre os requisitos [HER07]. O

conhecimento não é apropriadamente compartilhado entre os *stakeholders* [DAM02] e por isto as interações entre eles não são tão produtivas [DAM07].

**Falta de técnicas e ferramentas específicas:** Devido a falta de ferramentas que apoiem a colaboração sobre os requisitos, se torna difícil identificar informações sobre eles [SEN06]. Sugere-se desenvolver ou alterar técnicas existentes para apoiar as tarefas de ER nos ambientes distribuídos [CHE07].

Percebendo estes desafios e dificuldades da ER em DDS, diversas propostas surgiram para solucioná-los ou amenizá-los. A tabela a seguir apresenta alguns estudos, juntamente com as dificuldades e desafios os quais pretendem amenizar [EBL09]:

**Tabela 1 – Propostas para a ER em DDS.**

Referência	Descrição	Dificuldade/Desafio da ER em DDS
Mikulovic e Heiss [MIK06]	Os autores classificaram os problemas que podem ocorrer entre duas pessoas ( <i>Sender</i> e <i>Receiver</i> ) durante a comunicação dos requisitos e sugeriram algumas técnicas para amenizá-las: utilizar conhecimento pessoal do contexto e do domínio do requisito; perguntar a colegas do projeto; consultar centros de consultoria interna; consultar redes da empresa; perguntar ao time do <i>Sender</i> ; utilizar fontes de conhecimento externas.	Dificuldades de comunicação
Layman et al [LAY06]	Os autores propuseram algumas técnicas para auxiliar a ER em DDS: definição de um responsável pela especificação e priorização dos requisitos e por integrar os times distribuídos; sugestão de uso de ferramentas de comunicação e de monitoramento do projeto.	
Korkala e Abrahamsson [KOR07]	Além das técnicas sugeridas no artigo anterior ([LAY06]), Korkala e Abrahamsson sugerem também o uso de canais de comunicação entre os desenvolvedores (sem a intervenção dos clientes) para discussões sobre os requisitos.	
Damian et al [DAM06]	Após a realização de uma pesquisa, os autores concluíram que deve-se utilizar comunicação assíncrona para estruturar discussões sobre requisitos e comunicação síncrona durante negociações dos mesmos.	
Aranda et al [ARA06]	Os autores propuseram um método para reduzir problemas de comunicação sobre requisitos, selecionando técnicas e ferramentas compatíveis com as preferências dos <i>stakeholders</i> .	
Heindl e Biffi [HEI06]	Os autores propuseram um modelo que armazena o relacionamento entre requisitos e objetivos do negócio, para	Falta de entendimento comum dos requisitos

	auxiliar o entendimento dos mesmos nos ambientes distribuídos.	
Berenbach e Gall [BER06b]	Os autores propuseram novos relacionamentos da UML para integrar requisitos funcionais, não-funcionais e casos de uso, pretendendo aumentar o entendimento dos requisitos nos ambientes de DDS.	
Lloyd et al [LLO02]	Os autores apresentaram os resultados de uma pesquisa e concluíram que as técnicas de Pergunta e Resposta, Caso de Uso, <i>Brainstorming</i> e Gerenciamento de requisitos são as mais aconselháveis para a elicitação de requisitos em ambientes de DDS.	Falta de técnicas e ferramentas eficientes
Cubranic et al [CUB04]	Os autores propuseram uma ferramenta chamada Hipikat que auxilia o gerenciamento de requisitos em ambientes de DDS. Nesta ferramenta os artefatos são armazenados e sugeridos em atividades semelhantes.	Dificuldades no Gerenciamento de conhecimento
Seyff et al [SEY05]	Os autores propuseram uma ferramenta chamada ARENA-M que apoia a elicitação de requisitos distribuídos, utilizando dispositivos móveis.	Falta de objetivos comuns/Diferenças culturais nacionais e organizacionais
Sinha et al [SIN06]	Os autores propuseram uma ferramenta chamada EGRET que oferece comunicação assíncrona e síncrona, armazenamento de conversas, relacionamento destas conversas com requisitos, gerenciamento de mudanças e conhecimento.	Dificuldades de comunicação/Falta de entendimento comum dos requisitos/Dificuldades no Gerenciamento de mudanças e de conhecimento
Calefato e Lanubile [CAL05]	Os autores propuseram uma ferramenta chamada eConference que oferece comunicação assíncrona, discussões estruturadas, calendário e mecanismos de coordenação e controle dos requisitos.	Dificuldades de comunicação/Falta de colaboração

Percebe-se que a ER enfrenta diversos desafios e dificuldades quando ocorre em ambientes distribuídos, sendo diversas as propostas que buscam amenizá-los. Uma maneira de sistematizar a ER é através da adoção da abordagem de reutilização de requisitos, sendo a proposta de Linha de Produto de Software a mais estratégica e apropriada para fazê-la [CHE07]. Neste trabalho exploramos os benefícios da integração da reutilização de requisitos, LPS e Engenharia de Requisitos, propondo um método que pretende auxiliar a ER dos ambientes distribuídos.

A seguir, para melhor contextualização do assunto, serão apresentados os principais conceitos da abordagem de LPS.

## 2.4 Linha de Produto de Software

Linha de Produto de Software é uma abordagem de reutilização de software. O reuso de software propõe um conjunto sistemático de processos, técnicas e ferramentas para reutilizar artefatos desenvolvidos anteriormente. Por artefatos de software entende-se requisitos, documentos de análise, módulos de um projeto, arquitetura, código fonte, etc. Segundo Sommerville e Sawyer [SOM97], os principais benefícios da reutilização de software são:

- Aumento da confiabilidade do produto final, devido a testes e validações feitas anteriormente;
- Redução dos riscos do processo;
- Uso de conhecimento especializado no desenvolvimento de artefatos reutilizáveis;
- Padronização dos produtos desenvolvidos pela empresa;
- Aumento da produção com a redução no prazo de entrega e nos custos de desenvolvimento.

Em contrapartida esta abordagem traz consigo alguns desafios: aumento dos custos de manutenção, síndrome do “não-foi-inventado-aqui” (alguns desenvolvedores preferem reescrever as soluções por acharem que podem fazer melhor), dificuldades em garantir a reutilização dos artefatos e em identificar artefatos semelhantes [SOM97].

São diversas as propostas de reutilização de software, entre elas [LAM98a] [LAM98b]: *Commercial Off-The-Shelf systems* – COTS (reutilização de sistemas comerciais); Desenvolvimento baseado em componentes – DBC (desenvolvimento e reutilização de componentes); Linha de Produto de Software (definição das características comuns e variáveis a um conjunto de aplicações e reutilização das mesmas em sistemas do mesmo domínio); *Model-Driven Development* - MDD (reutilização de modelos independentes de plataformas), entre outras. Tradicionalmente o foco destas propostas era na reutilização de código, entretanto percebeu-se o aumento de benefícios quando o reuso ocorria no nível dos requisitos. De acordo com Lam et al [LAM98b], exemplos dos benefícios da reutilização de requisitos são:

- Um requisito existente pode ser usado para desenvolver um requisito de um sistema semelhante, reduzindo assim o tempo na construção das especificações;
- Um requisito existente pode ser usado para analisar a completude e aumentar o entendimento de um requisito de um sistema semelhante;

- A reutilização de requisitos auxilia o reuso em etapas mais avançadas do ciclo de desenvolvimento de software;
- As estimativas de custo e esforço dos requisitos podem ser reutilizadas em contextos semelhantes;
- Os modelos e conhecimentos de requisitos existentes podem ser reutilizados, diminuindo assim a incerteza na etapa de análise.

A abordagem de LPS auxilia e possui foco na reutilização de requisitos através da identificação e documentação dos requisitos do domínio da empresa e do reuso dos mesmos na construção dos produtos [CHA01][CHE07].

#### 2.4.1 Atividades, métodos e modelos da abordagem de LPS

A abordagem de LPS parte do pressuposto que a empresa pertencente a um domínio possui um conjunto de aplicações com características comuns e variáveis, as quais podem ser mapeadas e reutilizadas em novas aplicações. Segundo *Software Engineering Institute* (SEI) [SEI09], as empresas que adotam LPS variam quanto a natureza de seus produtos, missão, estrutura organizacional, etc., porém existe o consenso quanto a algumas atividades comuns e essenciais desta abordagem:

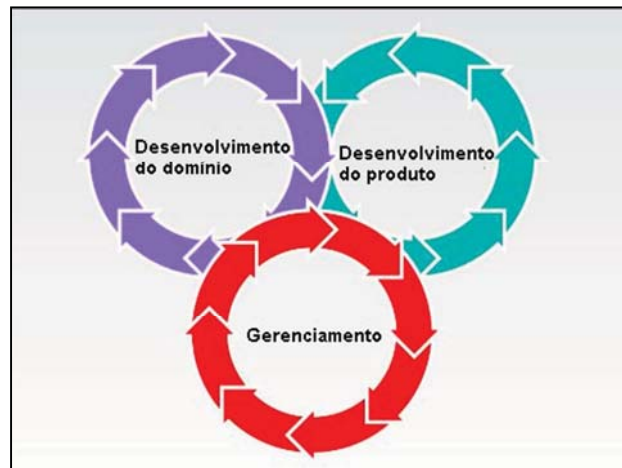


Figura 4 – Atividades da LPS.

Fonte: Adaptado de [SEI09].

Cada círculo representa uma atividade essencial da LPS:

- Desenvolvimento do domínio: Nesta atividade são analisadas, definidas e documentadas as semelhanças, variabilidades e restrições dos produtos da LPS;
- Desenvolvimento do produto: Nesta atividade são reutilizados os artefatos do domínio para a criação de produtos;
- Gerenciamento: Nesta atividade ocorre o gerenciamento, organizacional e técnico, do desenvolvimento do domínio e dos produtos.

Para reutilizar requisitos através da abordagem de LPS, primeiramente eles devem ser coletados, analisados quanto a sua variabilidade no domínio e documentados utilizando notações específicas (etapa chamada de Engenharia de Requisitos do domínio). Depois, analisando estas notações verifica-se a possibilidade de reutilizar os requisitos do domínio na construção dos requisitos dos produtos (etapa chamada de Engenharia de Requisitos do produto) [LIN07][POH98]. Para auxiliar nestas tarefas existem diversos métodos, a tabela a seguir apresenta alguns deles [ATK02][GIM05]:

**Tabela 2 – Métodos de LPS.**

Método	Descrição
<i>Feature Oriented Domain Analysis</i> (FODA)	Método de desenvolvimento de modelos para a análise do domínio da organização.
<i>Organization Domain Modelling</i> (ODM)	<i>Framework</i> para a criação de métodos de planejamento e organização do domínio de acordo com as necessidades da organização.
<i>Evolutionary Domain Life Cycle</i> (EDLC)	Abordagem geradora de aplicações de um dado domínio, utilizando a orientação a objetos em seus modelos.
<i>Feature-Oriented Reuse Method</i> (FORM)	Evolução do método FODA, estando mais voltado para questões arquiteturais e de implementação.
<i>Reuse-Driven Software Engineering Business</i> (RSEB)	Método focado no desenvolvimento de aplicações do domínio baseadas em componentes.
<i>Featuring RSEB</i> (FeatuRSEB)	Adaptação do FODA e do RSEB. Método para a definição e análise do domínio.
<i>Family-Oriented Abstraction, Specification, and Translation</i> (FAST)	Método que analisa as semelhanças e diferenças dos sistemas de um mesmo domínio.
<i>Product Line Software Engineering</i> (PULSE)	Método que divide o ciclo de vida das LPS em quatro fases: inicialização, construção da infra-estrutura, uso e evolução.
Kobra	Método que une a abordagem de DBC com a abordagem de LPS. Utiliza o conceito de um <i>framework</i> genérico e reutilizável para instanciar aplicações de um domínio.

Para identificar as semelhanças, variabilidades e relacionamentos dos requisitos dos produtos da LPS, os modelos conceituais dos métodos citados acima utilizam algumas notações específicas. As principais notações são apresentadas na tabela a seguir [GOM04][LIN07][POH98]:

**Tabela 3 – Notações de variabilidade da LPS.**

Notação	Descrição
Mandatário	Elemento obrigatoriamente instanciado em novas aplicações.
Opcional	Elemento que pode ou não ser instanciado em novas aplicações.
Ponto de Variação	Identifica um ponto onde pode haver variações no domínio.
Variantes	Alternativas de configuração para os pontos de variação.
Relacionamentos	Relações de composição, agregação, especialização, inclusão, exclusão, inclusão mútua, exclusão mútua entre requisitos ou características.

Como citado anteriormente, estas notações são utilizadas pelos modelos conceituais dos métodos de LPS. A seguir são apresentados os modelos conceituais mais utilizados em LPS [GOM04][LIN07][POH98].

**Modelos de *Features*:** Por *features* entendem-se características pertencentes a um ou mais membros da LPS [GOM04]. Estas características são abstrações dos requisitos dos produtos.

As diferentes aplicações da mesma família ou mesmo domínio, são geralmente comparadas quanto às suas semelhanças e diferenças, desta maneira é importante entender quais características compreendem quais ativos reutilizáveis, como elas se relacionam e quais são opcionais e obrigatórias para as diferentes aplicações. O Modelo de *Features* auxilia justamente neste sentido [CHA01], como visível na figura a seguir:

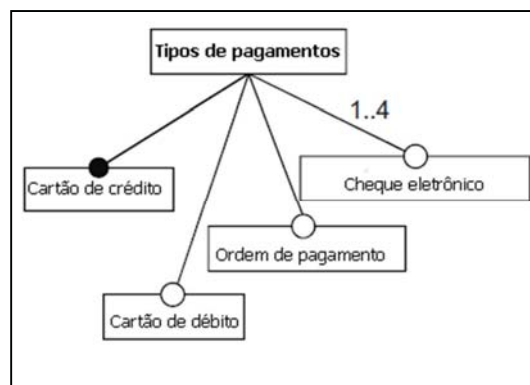


Figura 5 – Modelo de *Features*.

Fonte: Adaptado de [LAG08].

Este modelo apresenta um ponto de variação de tipo de pagamento e suas variantes, sendo que o pagamento por cartão de crédito é uma *feature* obrigatória e as demais são *features* opcionais.

**Modelos de Caso de uso:** A construção dos Modelos de Caso é diferenciada quando o objetivo é a reutilização, pela adição de alguns estereótipos e notações que indicam a variabilidade dos requisitos. Os requisitos semelhantes a todos os produtos são



documentados em casos de uso obrigatórios e requisitos variáveis, com casos de uso opcionais, variantes e/ou pontos de variação [GOM04], como apresentado na figura a seguir:

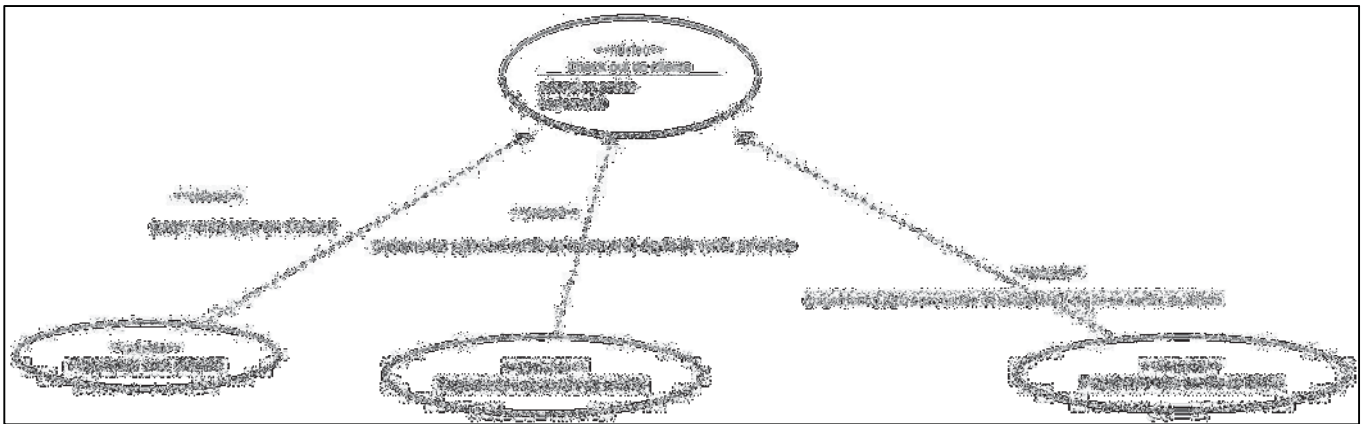


Figura 6 – Modelo de caso de uso do domínio.

Fonte: Adaptado de [GOM04].

Este modelo apresenta um ponto de variação e suas variantes. No domínio, o ato do pagamento é um ponto de variação nas aplicações, sendo que as opções de pagamento incluem: com dinheiro (obrigatório), com cartão de crédito (opcional) e com cartão de débito (opcional).

A seção a seguir apresenta os trabalhos relacionados a esta pesquisa.

## 2.5 Trabalhos relacionados

Nesta seção são apresentados os trabalhos relacionados a esta pesquisa, os quais compreendem propostas para a ER que utilizam LPS em ambientes distribuídos.

### 2.5.1 Proposta de Gao et al [GAO02]

Neste artigo os autores afirmam que o crescimento do tamanho e complexidade dos projetos de software motiva as empresas a adotarem a abordagem de Linhas de Produto de Software Globais, desenvolvendo produtos utilizando processos colaborativos entre múltiplas equipes localizadas em diferentes países. Para este contexto, os autores apresentam as dificuldades encontradas e lições aprendidas durante o desenvolvimento e implantação de uma ferramenta WEB para o auxílio do processo colaborativo destas LPS

globais. Além disto, os autores propõem um Modelo conceitual para apoiar o gerenciamento de problemas em produções globais de software.

Analisando o estudo de caso conduzido na empresa Fujitsu, os autores perceberam que o compartilhamento de informações sobre os problemas de *design*, teste, requisitos, relacionamento com o cliente, etc. era feito de maneira *ad hoc* pelas equipes distribuídas, causando retrabalho, falta de padronização no uso de mecanismos e falta de compartilhamento de informações. Desta maneira, no artigo os autores descrevem o processo de desenvolvimento e implantação de um sistema de *Problem Information Management System* (PIMS) num contexto de LPS globais. Este sistema tem como principais características o apoio a análise, gerenciamento e monitoria de problemas; a padronização de formatos de dados e *templates* de relatórios; o controle de acessos; a flexibilidade de importação e exportação para repositórios e ainda, a notificação global de problemas. No artigo descreveu-se como foram desenvolvidas as funcionalidades do sistema em relação a arquitetura, tecnologias, estruturas, performance, projeto e testes.

Para apoiar os processos colaborativos de projetos e o gerenciamento de problemas no PIMS, os autores propuseram um Modelo conceitual, como visível na figura a seguir:

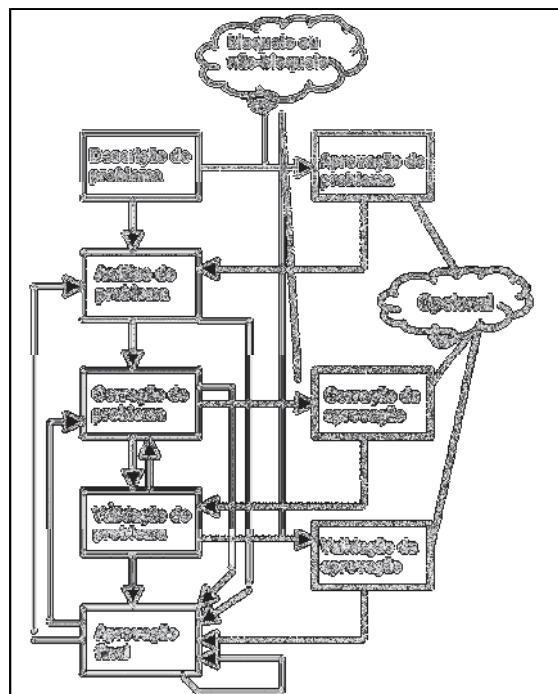


Figura 7 – Modelo conceitual para gerenciamento de problemas de LPS globais.

Fonte: Adaptado de [GAO02].

Sobre o processo de implantação do sistema PIMS, os autores descrevem os seguintes problemas enfrentados: custo para manter ferramentas WEB visto os constantes *upgrades* necessários; dificuldade em obter comprometimento dos gerentes para usar a ferramenta; dificuldades em elicitar os requisitos de um sistema de LPS global.

Sobre as lições aprendidas, os autores indicam que o desempenho do sistema afeta a aceitação do mesmo pelos usuários; um modelo conceitual de processos é essencial para o desenvolvimento colaborativo; o suporte ao cliente é importante em projetos colaborativos e voltados ao reuso; e o envolvimento do cliente no desenvolvimento do sistema auxilia no processo de implantação do mesmo.

A sistematização do processo de reuso de informações, o uso de um *workflow* sistemático para o gerenciamento dos problemas, o aumento do compartilhamento de informações (incluindo informações sobre requisitos) e a comunicação entre as equipes distribuídas são os principais benefícios, citados pelos autores, do uso de um sistema PIMS em uma LPS global.

### 2.5.2 Proposta de Cho [CHO07]

Além das notações comumente utilizadas para denotar a variabilidade dos requisitos na LPS (obrigatoriedade, opcionalidade, etc.), a autora propõe novos atributos para identificar variações e dependências no documento dos requisitos do domínio:

- *pline\_Applicability*: Indica a aplicabilidade do grupo de requisitos;
- *pline\_Grouping*: Indica o modo de agrupamento dos requisitos;
- *pline\_VariationCardinality*: Apresenta a variabilidade da cardinalidade do requisito;
- *pline\_VariableRange*: Indica o valor mínimo e máximo de valores para a cardinalidade do requisito;
- *pline\_VariableType*: Apresenta o tipo da variável do requisito;
- *pline\_Requires*: Apresenta a dependência entre requisitos;
- *pline\_IsPresent*: Contém uma expressão que, se considerada verdadeira, o requisito é considerado para inclusão.

Além disto, a autora propõe um esquema para a reutilização dos requisitos da LPS. A figura a seguir apresenta a estrutura do documento de requisitos (*Product Line requirements* – PLR) para que este seja reutilizado:

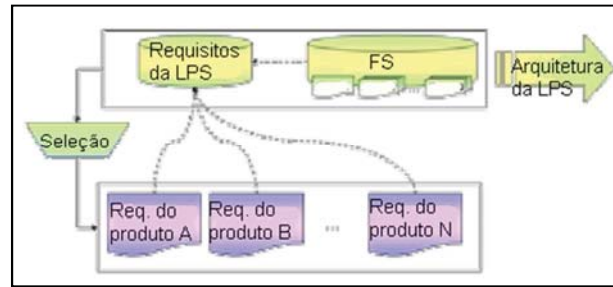


Figura 8 – Estrutura do documento dos requisitos do domínio.

Fonte: Adaptado de [CHO07].

O PLR é a união dos requisitos dos produtos e as especificações comportamentais dos mesmos (*Functional Specifications* – FS). Para o processo de reutilização do PLR, primeiramente o Gerente de programa cria um arquivo contendo requisitos opcionais, alternativos e valores para as variáveis dos requisitos do produto. Este arquivo é distribuído aos representantes de *marketing* da organização que promovem os produtos e coletam os requisitos dos clientes. Cada representante o revisa e o devolve para o Gerente de programa que agrega todas as informações e requisita uma reunião com os membros do Controle de Mudanças. Esta equipe, que normalmente trabalha de maneira distribuída, é composta de arquitetos, desenvolvedores e gerentes de qualidade que interagem através de meios de comunicação (vídeo, telefone, tele-conferência, tecnologias WEB) para o compartilhamento de opiniões. Quando existe concordância sobre o conteúdo do arquivo, a primeira versão dele é criada.

O processo de gerenciamento de mudanças é similar ao processo de reutilização do PLR. Primeiramente ocorre um pedido de mudança e a partir daí o Gerente de programa analisa e conduz o processo de alterações, sendo que a aprovação das mesmas é feita pela equipe de controle de mudanças via teleconferência.

### 2.5.3 Proposta de Thurimella e Wolf [THU07a]

Neste estudo os autores afirmam que é crescente o número de organizações que utilizam LPS e estão distribuindo geograficamente o desenvolvimento de suas aplicações. Afirmam também que devido a esta distribuição, a ER se torna uma árdua tarefa principalmente por causa dos problemas de comunicação que podem ocorrer entre os *stakeholders*. Para auxiliar estes problemas os autores criaram um novo modelo para a

ferramenta SYSIPHUS<sup>3</sup>, adaptando um modelo existente desta ferramenta – chamado *Issue Model* (meta-modelo para auxiliar a comunicação das pessoas, onde uma questão – *issue* – é discutida, sendo associada a muitas opções – *options* – que são justificadas através de critérios – *criteria*) e transformando-o em um modelo de variabilidade para LPS globais chamado *Issue-based Variability Model*. Este novo modelo utiliza a mesma lógica pretendendo auxiliar a comunicação sobre a variabilidade da LPS global. A figura a seguir apresenta o modelo proposto:

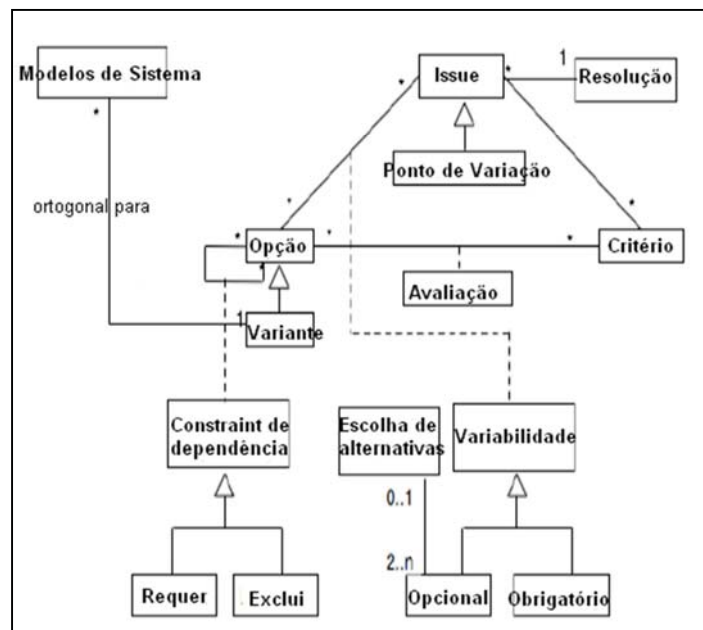


Figura 9 – Issue-based Variability Model.

Fonte: Adaptada de [THU07a].

O *Issue-based Variability Model* identifica os pontos de variações, variantes, *constraints* (requer e exclui), dependências de variabilidades (obrigatório e opcional com alternativas) e ortogonalidade da LPS (ligando as variantes aos elementos dos modelos de sistema, incluindo casos de uso, diagramas de classe, casos de teste, etc.).

No artigo, os autores também sugerem o uso de Matrizes de justificação, as quais utilizam simples notações para que os *stakeholders* distribuídos colaborem acerca de diversas questões (*issues*) da LPS. A figura a seguir apresenta um exemplo de Matriz de justificação:

<sup>3</sup> SYSIPHUS é uma ferramenta colaborativa para o desenvolvimento de modelos de Engenharia de software em ambientes distribuídos [SYS09].

Questão: Como instanciar o gerenciamento de rota para o carro X para o cliente Y?						
Critério	Usabilidade	Memória	Preço	Intensidade do tráfego	Segurança	Confiabilidade
Opção 1: Guia por voz	++	0	0	++	0	+
Opção 2: Rota automática	++	0	--	+	0	0
...						
Solução: Guia por voz, dados de tráfego e notificação de acidentes foram decididos por ser instanciados para o carro X.						

Figura 10 – Matriz de justificação para LPS Globais.

Fonte: Adaptada de [THU07a].

Este exemplo apresenta uma Matriz de justificação para a instanciação de um produto:

- A questão (*issue*) compreende como instanciar o ponto de variação e as variantes compreendem as opções (*options*) apresentadas na Matriz;
- Os atributos de qualidade e objetivos específicos do produto compreendem os critérios (*criteria*) da Matriz;
- Todos os *stakeholders* envolvidos no processo de instanciação do produto fornecem seus argumentos (“+” para “apóia”; “++” para “apóia fortemente”, “0” para “sem efeito”, “-“ para “sugere” e “--” para “sugere fortemente”) preenchendo as células através da ferramenta SYSIPHUS;
- Baseando-se nos argumentos dos *stakeholders*, chega-se a um consenso acerca das variantes que serão instanciadas.

As Matrizes de justificação podem ser utilizadas para auxiliar na instanciação de produtos, na identificação e evolução de variabilidades e dependências e ainda, na captura de *rationales* da LPS.

## 2.6 Reflexões críticas sobre os trabalhos relacionados

A Engenharia de Requisitos é uma atividade que requer constante colaboração e comunicação entre os *stakeholders*, aspectos que freqüentemente são prejudicados em empresas que adotam o Desenvolvimento Distribuído de Software. Para auxiliar a execução da ER nestes ambientes, surgiram diversas propostas ao longo dos anos. Neste trabalho enfatizamos as propostas relacionadas ao uso de LPS para auxiliar a ER nos ambientes de DDS. Analisando os estudos correlatos podemos verificar:

- A necessidade de uma proposta que considere os aspectos sociais da ER dos ambientes de DDS, não somente para a construção de modelos de maneira colaborativa, mas também que busque o entendimento e estabelecimento de relações de confiança entre as equipes, indicando o uso

- de determinados meios de comunicação, disseminando o contexto e conhecimento do projeto, mitigando as diferenças culturais e de idioma, etc.;
- A necessidade da definição de um método de reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes distribuídos (que inclua etapas de reutilização, definição de papéis, de artefatos e que guie a empresa para que a mesma obtenha os benefícios do reuso).

Os aspectos sociais são o centro de diversos problemas da ER dos ambientes distribuídos [ZOW02]. Para uma reutilização de requisitos satisfatória nestes ambientes é necessário que estes aspectos sejam considerados para que ocorra o entendimento dos artefatos que serão reutilizados, a identificação e definição conjunta da base reutilizável da organização, o estímulo da reutilização dos artefatos, o estabelecimento de relações de confiança entre a equipe e todas as demais atividades colaborativas do processo de reuso. Outros problemas freqüentemente encontrados nestes cenários incluem a falta de padronização de documentos e ferramentas, as responsabilidades e objetivos divergentes entre equipes, a falta de definições de papéis, as dificuldades de interação e localização dos responsáveis por cada tarefa, etc. [LOP03][BHA06], justificando a necessidade de um método de reuso de requisitos bem documentado e definido que amenize estes problemas.

## 2.7 Resumo

A figura a seguir apresenta um mapa conceitual que apresenta os relacionamentos entre as três áreas de pesquisa (retângulos vermelhos) que compreendem a base teórica desta proposta:

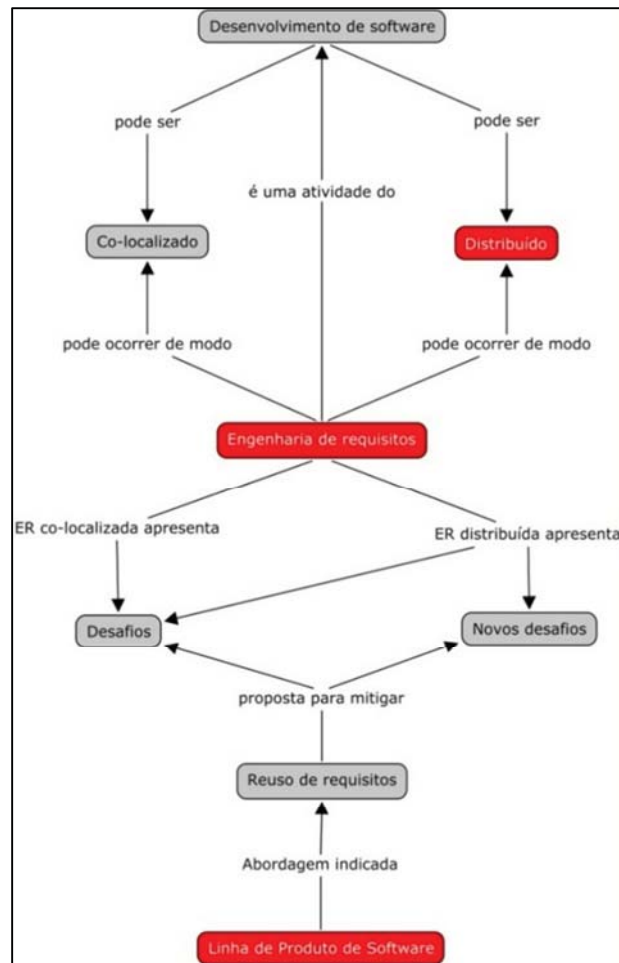


Figura 11 – Mapa conceitual da Base teórica.

Com o crescimento da importância dos sistemas de informação para as empresas, juntamente com ênfase da terceirização de serviços e da globalização do mercado, o desenvolvimento de software, que antes ocorria somente de maneira co-localizada (com equipes desenvolvendo software em um mesmo ambiente físico) hoje freqüentemente apresenta um cenário de equipes distribuídas geograficamente.

A ER é uma atividade de suma importância, pois é nela que ocorre a definição dos objetivos e restrições do software que será construído. Apesar desta importância reconhecida, a ER ainda apresenta diversos desafios, tanto no desenvolvimento de software co-localizado como no desenvolvimento distribuído. Entretanto, nos ambientes de DDS, diversos destes desafios são acentuados devido as freqüentes características de distância física e temporal, diferenças de cultura e idioma entre as equipes.

Uma maneira de tornar a ER mais sistemática e amenizar alguns destes desafios, é através da adoção de uma abordagem de reuso de requisitos, mais especificamente por meio da proposta de Linha de Produto de Software, a qual mapeia os requisitos do domínio da empresa e os reutiliza na construção de novas aplicações deste mesmo domínio.



A idéia de implantar um método de reuso de requisitos se torna interessante para a ER em empresas de DDS, pois sistematiza e padroniza a maneira de desenvolver e projetar o software e ainda, compartilha conhecimento e artefatos para equipes distribuídas. Neste sentido, este trabalho apresenta um método que identifica disciplinas, atividades, papéis e artefatos para reutilizar requisitos em um contexto distribuído através da abordagem de LPS. Além disto, propõe-se uma Política de Reutilização que incorpora as contribuições dos trabalhos relacionados e de diversos outros estudos (sobre DDS), fornecendo um guia para a execução das atividades propostas pelo método.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo Travassos et al [TRA02] novos trabalhos não devem ser propostos e publicados sem experimentação e validação, deve-se avaliá-los em comparação com os trabalhos existentes. Para avaliar o método mRED realizamos um experimento, o qual consiste numa investigação formal que manipula variáveis e possibilita a medição e análise dos resultados [WOH00].

Visto que esta avaliação tinha como objetivo investigar como a ER ocorre em ambientes distribuídos, verificando se o método mRED é mais eficiente que o método *ad hoc*<sup>4</sup> (comumente utilizado nestes ambientes [BHA06][SEN06][KOM07][DAM07]) optou-se pela realização de um experimento justamente por ele (i) possibilitar a comparação de novos métodos de ES em relação a métodos existentes e comumente utilizados, (ii) permitir o controle do ambiente de execução, (iii) possibilitar a investigação de tarefas específicas do processo de desenvolvimento de software e (iv) proporcionar a obtenção de conclusões a partir de uma hipótese [WOH00].

No planeamento e condução do experimento realizado utilizou-se como guia os estudos de Wohlin et al [WOH00] e Travassos et al [TRA02], os quais estruturam experimentos nas seguintes etapas:

---

<sup>4</sup> *Ad hoc*: Adequadamente, a propósito, que convém a tal caso [BAB09]. No contexto deste trabalho, a expressão “*ad hoc*” é utilizada no sentido de processos de ER executados de maneiras distintas, definidos pelos próprios Engenheiros de Requisitos sem seguir um método específico.

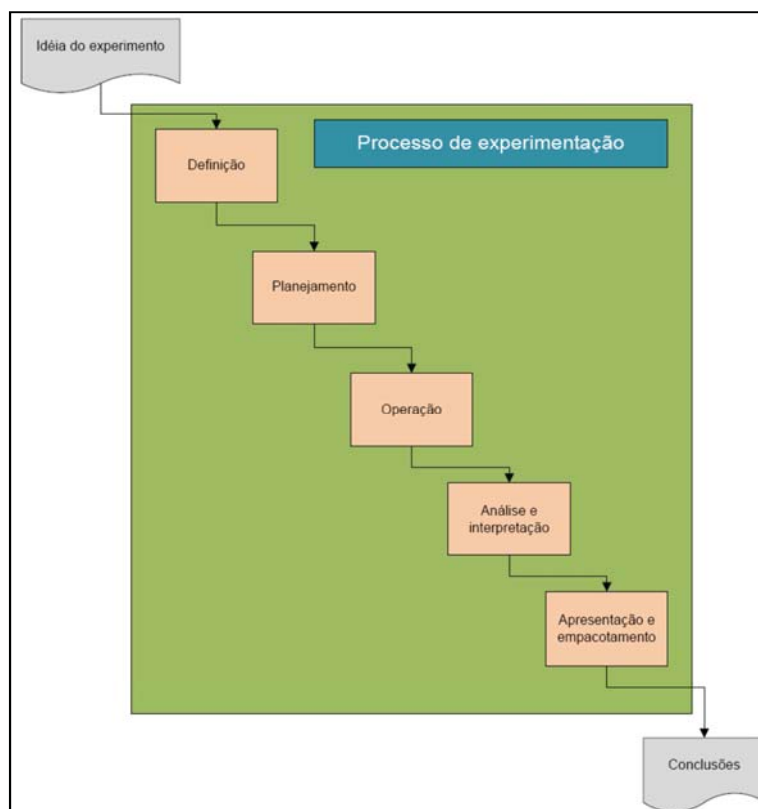


Figura 12 – Etapas do experimento.

Fonte: Adaptada de [WOH00].

**Definição:** A partir de uma idéia, nesta etapa são claramente definidos os objetivos e intenções do experimento.

**Planejamento:** Nesta etapa o experimento é explicado em maiores detalhes, incluindo seu contexto, hipóteses, variáveis, participantes, projeto, instrumentação e validade. A seleção do contexto compreende a identificação do ambiente onde o experimento será conduzido, identificando se ele será realizado em laboratório (processo *in-vitro*) ou se corresponderá a um projeto real (processo *in-vivo*), se os participantes serão alunos ou profissionais, se o problema será desenvolvido em sala de aula ou se será um problema real e ainda, se a generalidade do experimento será específica ou geral.

A formulação das hipóteses identifica as hipóteses do experimento, incluindo a Hipótese Nula ( $H_0$ ) que identifica que não ocorreu relação de causa e efeito no experimento e as Hipóteses alternativas ( $H_n$ ) que indicam o favorecimento de alguma hipótese. A seleção das variáveis compreende a definição de variáveis independentes (entradas que podem ser manipuladas) e dependentes (saídas e resultados) do experimento. Variáveis independentes também são chamadas de “fatores”, valores dos fatores se chamam “tratamentos”.

A seleção dos indivíduos define a população do experimento, sendo importante para a generalização dos resultados do experimento. O projeto indica como as atividades do experimento serão executadas, definindo questões como:

- Uso de aleatoriedade para alocar participantes e objetos;
- Tratamentos de obstruções que indicam a existência de algum fator que possa exercer um efeito indesejado sobre o resultado do experimento;
- Uso de balanceamento para que cada tratamento sobre as variáveis tenha o mesmo número de indivíduos.
- Identificação do tipo de projeto, o qual pode ser completamente aleatório (avalia os fatores de maneira aleatória sobre os tratamentos) ou de comparação pareada (avalia os fatores com os dois tratamentos).

A instrumentação identifica os documentos necessários à execução do experimento, incluindo objetos utilizados para a análise dos resultados, guias para apoiar os participantes e métricas (documentos de coleta de dados, entrevistas, formulários) que serão preenchidos pelos participantes.

Por fim, nesta etapa ocorre a análise da validade do experimento sob quatro perspectivas [TRA02]:

- Validade interna indica se a relação causa e efeito do experimento é casual ou resultado de algum fator não previsto;
- Validade externa identifica a relação dos participantes com o público-alvo, indicando a possibilidade de generalização dos resultados obtidos;
- Validade de construção indica a relação de causa e efeito do experimento nos indivíduos;
- Validade da conclusão indica a possibilidade de uma conclusão correta sobre os tratamentos e resultados do experimento.

**Operação:** Esta etapa compreende a preparação dos participantes e materiais do experimento, a execução do mesmo e a validação dos dados coletados.

**Análise e interpretação:** Nesta etapa são analisados e interpretados os resultados do experimento. Geralmente são utilizados testes estatísticos para compreender os dados e verificar as hipóteses do experimento. No caso do uso de estatística, para escolher o teste de hipóteses a ser utilizado deve-se analisar a normalidade (distribuição normal) e homocedasticidade (variância constante) dos resultados, podendo então utilizar Testes Paramétricos quando os dados possuam normalidade e homocedasticidade ou Testes Não-paramétricos quando os dados não possuem normalidade e/ou homocedasticidade.

Em casos onde a estatística não é aplicável (por exemplo, devido a um baixo número da amostra) utiliza-se uma interpretação de base qualitativa dos resultados para a obtenção de conclusões.

**Apresentação e Empacotamento:** Nesta etapa ocorre a documentação dos resultados e da estrutura do experimento, a fim de permitir sua replicação. Isto é de extrema importância visto que um experimento não possibilita uma resposta final para uma questão, mas sim uma resposta específica para uma determinada configuração [WOH02]. Sendo assim, a replicação do mesmo em circunstâncias diversas propicia conhecimento adicional sobre o fenômeno estudado.

### 3.1 Resumo

Neste capítulo descreveu-se brevemente o método pesquisa experimental, utilizado para a avaliação do mRED. O experimento tem como principal objetivo manipular e controlar variáveis para medir um comportamento de interesse, analisando formalmente os resultados obtidos.

Este método de pesquisa é composto de cinco etapas, incluindo a definição dos objetivos do experimento, o planejamento de diversas questões para a realização do mesmo (contexto, variáveis, sujeitos, validade, tipo de projeto, etc.), a execução em si, a análise e interpretação dos resultados e por fim, a apresentação e empacotamento dos resultados e materiais do experimento para permitir a sua replicação. A escolha do uso deste método de pesquisa para a avaliação do mRED ocorreu devido a necessidade de controlar o ambiente de execução, investigando isoladamente a ER nos ambientes de DDS perante o uso de dois métodos (método mRED e método *ad hoc* de ER).

## 4 MÉTODO E POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO DE REQUISITOS UTILIZANDO LPS EM AMBIENTES DE DDS

Ciente dos diversos desafios da ER em ambientes distribuídos, dos possíveis benefícios da adoção de LPS para auxiliar a sistematizar esta etapa do desenvolvimento de software nos ambientes de DDS, e ainda, considerando as reflexões críticas sobre os trabalhos relacionados (que indicam a necessidade de propostas que consideram os aspectos sociais da ER dos ambientes de DDS e estabeleçam um método para que ocorra a reutilização de requisitos nestes ambientes), este capítulo apresenta a proposta deste trabalho.

Esta proposta consiste em um método que pretende auxiliar a ER dos ambientes distribuídos através da abordagem de reuso de requisitos utilizando LPS, e também inclui uma Política de Reutilização que contém sugestões de ferramentas, técnicas e práticas propostas na literatura de DDS, para a execução de cada uma das atividades do método. Pode-se dizer que o método apresenta “o quê” uma empresa de DDS deve fazer para reutilizar requisitos utilizando LPS, já a Política indica “como” isto pode ser feito.

### 4.1 Visão geral do método mRED

O método mRED contém cinco disciplinas compostas de atividades que geram artefatos e são executadas por pessoas atribuídas de papéis. A figura a seguir apresenta as disciplinas que compõem o método proposto e a ordem que elas devem ser executadas pela empresa:

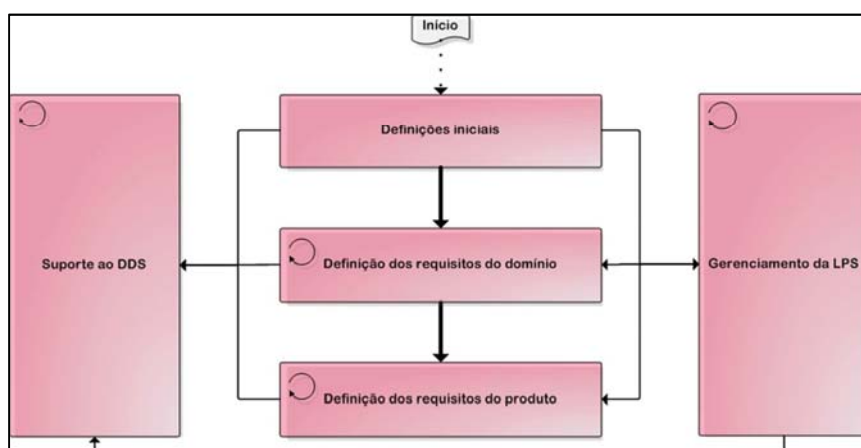


Figura 13 – Visão geral do método mRED.

Podemos perceber que o método estabelece um caminho a ser seguido:

- 1 Inicialmente a empresa deve executar a disciplina Definições iniciais para obter os importantes artefatos e definições desta disciplina (Apoio ferramental, atribuição de papéis, idioma padrão, Dicionário e definições da LPS). A qualquer momento pode-se obter suporte ao desenvolvimento distribuído (Suporte ao DDS). Ao final desta disciplina, se necessário, é possível gerenciar estas definições (Gerenciamento da LPS);
- 2 Após o estabelecimento das definições iniciais, a empresa deve definir os requisitos do domínio (Definição dos requisitos do domínio), criando assim uma base reutilizável. A qualquer momento pode-se obter suporte ao desenvolvimento distribuído (Suporte ao DDS). Ao final desta disciplina, se necessário, é possível gerenciar a LPS (Gerenciamento da LPS);
- 3 Após a criação da base reutilizável, a empresa pode definir os requisitos dos produtos (Definição dos requisitos do produto) buscando reutilizar artefatos do domínio. A qualquer momento pode-se obter suporte ao desenvolvimento distribuído (Suporte ao DDS). Ao final desta disciplina, se necessário, é possível gerenciar a LPS (Gerenciamento da LPS);
- 4 As atividades de Gerenciamento da LPS podem obter Suporte ao DDS quando necessário.

Todas as disciplinas são compostas de uma seqüência (início e fim) de atividades, o que pressupõe que serão executadas de acordo com esta ordem. A exceção ocorre em relação a disciplina de Suporte ao DDS, a qual pode ser executada a qualquer momento independente de não terem sido finalizadas as atividades da disciplina que o *stakeholder* estava executando anteriormente. Por exemplo, durante a execução das atividades da disciplina Definições dos requisitos do domínio existem atividades colaborativas, sendo assim pode-se executar a disciplina de Suporte ao DDS (para estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos entre os envolvidos) e então prosseguir executando as demais atividades para a definição dos requisitos do domínio.

As disciplinas de Suporte ao DDS, Definição dos requisitos do domínio e dos produtos e Gerenciamento da LPS podem ser executadas quantas vezes forem necessárias.

## 4.2 Papéis do método

Cada papel pode ser atribuído a uma ou mais pessoas, assim como mais de um papel pode ser atribuído a mesma pessoa. Estas questões dependem do tamanho e realidade da empresa.

Os **clientes** são pessoas físicas ou jurídicas, possivelmente distribuídas geograficamente, que comunicam os requisitos desejados aos produtos. O **Gerente da LPS** é responsável pelo planejamento, gerenciamento e tomada de decisões de diversos aspectos da LPS da empresa (obtenção de apoio ferramental, definições de padrões, estratégias de gerenciamento, metas e objetivos, etc.). Ele constantemente avalia o mercado para planejar futuros produtos, verifica se as estratégias de gerenciamento estão sendo cumpridas, avalia a capacidade de reutilização da empresa e toma ações corretivas quando necessário. O **Engenheiro de requisitos do domínio** é um papel que abrange uma equipe normalmente co-localizada ou próxima. Têm como responsabilidades a elicitação, análise, negociação, documentação, validação e gerenciamento e análise do impacto das alterações nos requisitos do domínio. O **Engenheiro de requisitos do produto** é um papel que normalmente abrange uma equipe distribuída geograficamente. Tem como responsabilidades a elicitação, análise, negociação, documentação, validação, gerenciamento, análise do impacto de alterações dos requisitos do produto e reutilização (sempre que possível) dos requisitos do domínio. O **Colaborador** é responsável por solucionar dúvidas sobre o domínio e/ou sobre os produtos da empresa, por facilitar o contato com o cliente e conduzir interações entre as equipes distribuídas.

## 4.3 Artefatos do método

As atividades do método possuem artefatos de entrada (necessários para sua execução) e artefatos de saída (resultados de sua execução). Sugestões para a criação destes artefatos estão descritas na Política de Reutilização das atividades.

O **Apoio ferramental** (uma ou mais ferramentas) é um artefato que deve possuir funcionalidades de acessibilidade; criação, armazenamento e recuperação de artefatos; rastreabilidade; gerenciamento de mudanças e mecanismos de colaboração e comunicação entre equipes distribuídas. O **Plano da LPS** é um artefato organizacional que contém a descrição do domínio e escopo da LPS, produtos, metas e objetivos de reuso [SEI09]. Durante o percorrer das atividades do mRED, este Plano será atualizado



com novas definições (idioma padrão, padrões para a criação de artefatos, estratégias de gerenciamento, membros das equipes e seus respectivos papéis).

O **Dicionário da LPS** (que pode ser uma ontologia, um modelo conceitual, etc.) auxilia na resolução de dúvidas sobre termos técnicos do domínio e sobre a linguagem das equipes distribuídas. Este artefato fornece conhecimento para as equipes sobre conceitos específicos do domínio e ainda, auxilia na definição de um vocabulário comum entre elas. A **Base cultural de produtos** contém informações sobre o contexto (ambiente) onde os produtos estão/serão inseridos. Estas informações incluem aspectos técnicos dos produtos e aspectos sociais das equipes, que podem afetar no produto que está sendo desenvolvido. A **Matriz de rastreabilidade** indica a rastreabilidade dos artefatos da LPS (modelos, documentos, requisitos, etc.). O **Registro de experiências** descreve as experiências das equipes acerca do processo de reutilização.

Os **artefatos do domínio** incluem modelos e documentos que identificam requisitos do domínio e sua variabilidade. Estes artefatos são reutilizados, quando possível, para a construção dos artefatos dos produtos. Já os **artefatos do produto** incluem modelos e documentos que identificam requisitos do produto. Geralmente são instâncias dos artefatos do domínio.

#### **4.4 Disciplinas e atividades do método, Política de reutilização para as atividades**

Nesta seção são apresentadas as cinco disciplinas do mRED com suas atividades, artefatos de entrada e saída e papéis envolvidos. Além disto, para auxiliar a execução de cada atividade do método apresenta-se a Política de Reutilização, contendo sugestões de práticas, ferramentas e métodos propostos na literatura de DDS.

##### **4.4.1 Disciplina Definições iniciais**

Esta disciplina estabelece definições e artefatos importantes para a execução do método que guiarão e auxiliarão a reutilização de requisitos e a comunicação entre as equipes distribuídas. A figura a seguir apresenta as atividades desta disciplina:

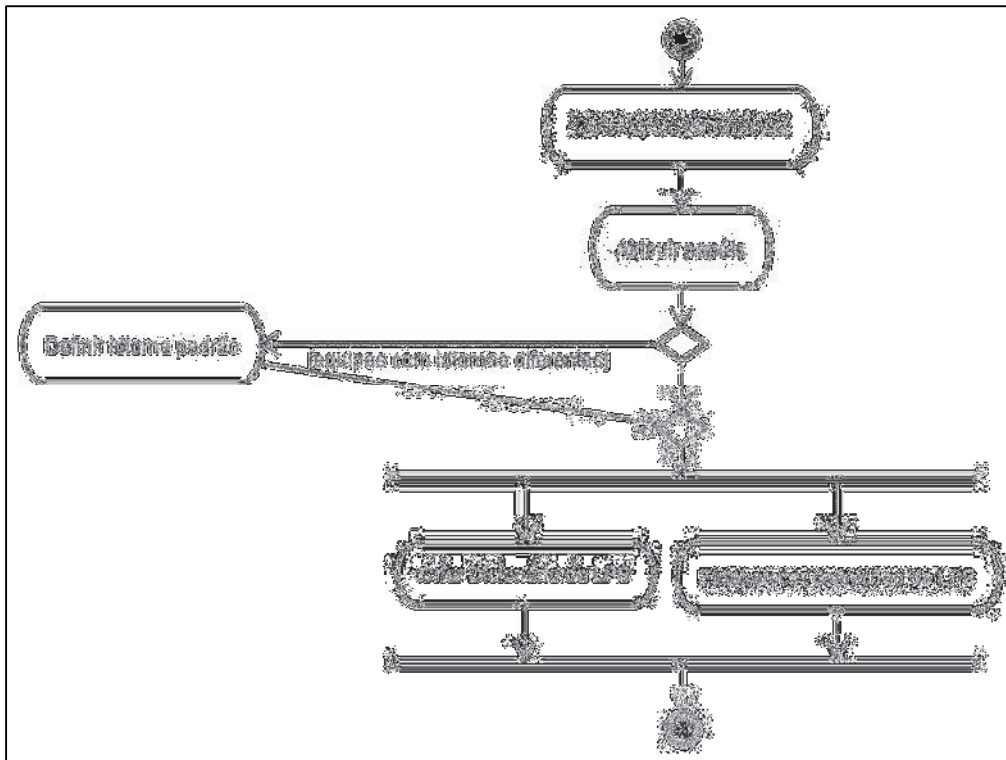


Figura 14 – Disciplina Definições iniciais.

### Atividade Obter apoio ferramental

Inicialmente é necessária a obtenção do Apoio ferramental (uma ou mais ferramentas desenvolvidas pela empresa ou obtidas de terceiros), o qual auxiliará a execução do método mRED. Este Apoio ferramental deve possuir as seguintes funcionalidades:

- **Acessibilidade:** Para equipes distribuídas é necessário que as informações e artefatos estejam disponíveis em meios acessíveis a todos e a qualquer momento [AUD07][ESP05];
- **Criação, armazenamento e recuperação dos artefatos:** É necessário que o Apoio ferramental possibilite o desenvolvimento, armazenamento e recuperação dos artefatos da LPS [LIN07][POH98];
- **Rastreabilidade dos artefatos:** A rastreabilidade entre os artefatos (requisitos do produto e requisitos do domínio, produtos e clientes, etc.) deve ser mantida [AUD07][CHA01];
- **Gerenciamento de mudanças:** Esta funcionalidade deve auxiliar o processo de mudanças dos artefatos e controlar as versões dos mesmos nos ambientes distribuídos [AUD07][DAM02];

- Mecanismos de colaboração e comunicação entre equipes: Devido à natureza dos ambientes distribuídos é necessário que o Apoio ferramental possua mecanismos que possibilitem a colaboração e comunicação entre as equipes. Exemplos de mecanismos são meios de comunicação e edição compartilhada de documentos [GAO02][AUD07].

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

Segue uma lista com exemplos de ferramentas que possuem as funcionalidades citadas anteriormente. Estas ferramentas podem ser utilizadas por empresas que não desenvolverão seu próprio Apoio ferramental:

- Acessibilidade:
  - Para obter as funcionalidades de acessibilidade (requeridas pelo Apoio ferramental) sugere-se o uso de repositórios [DAM02][ESP05][GAO02];
- Criação, armazenamento e recuperação de artefatos da LPS:
  - Odyssey-ED - ambiente que permite a criação de modelos de LPS, incluindo Modelo de *features*, Modelos de caso de uso do domínio, Modelos de classes e demais modelos constantes da notação UML [BRA99]. A figura a seguir apresenta um *screenshot* da criação de um Modelo de caso de uso do domínio na ferramenta Odyssey-ED:

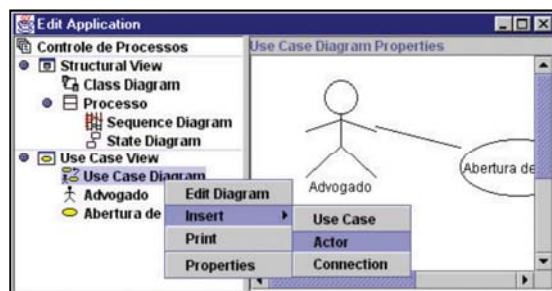


Figura 15 – Ferramenta Odyssey-ED.

Fonte: Extraída de [WER99].

- *Feature Model Plug-in* - *plugin* do Eclipse destinado a modelagem de *features* de LPS. Suas principais funcionalidades são a criação e especialização de modelos de *features* com a especificação e controle de *constraints* [ANT04]. A figura a seguir apresenta um exemplo de Modelo de *features* criado nesta ferramenta:

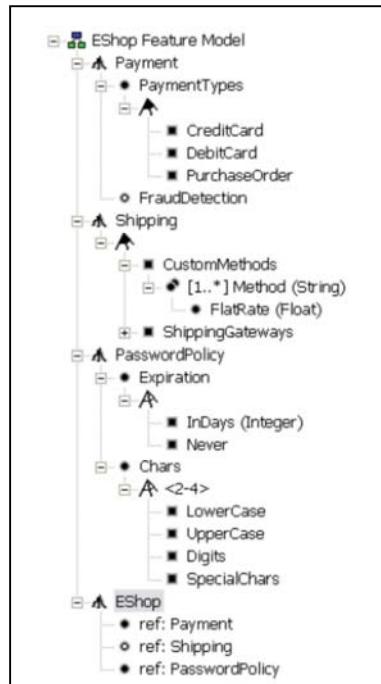


Figura 16 – Modelo de *features* da ferramenta *Feature Model Plugin*.

Fonte: Extraída de [ANT04].

- ReqiLine - ferramenta de apoio a modelagem de *features* e requisitos da LPS. Possui funcionalidades de gerenciamento da LPS, configuração de produtos, controle de consistência, busca de artefatos, gerenciamento de usuários, controle de acessos, importação e exportação de dados [MAB03];
- REMAP-tool (*REquirements MAnagement for Product lines*) - *plugin* desenvolvido para a ferramenta DOORS (ferramenta comercial de gerenciamento de requisitos) contendo funcionalidades para a criação de Modelos e Especificações de requisitos de LPS [SCH06]. A figura a seguir apresenta a criação dos requisitos da LPS com o uso de *tags* de marcação no texto, as quais são identificadas em modelos de decisão para que ocorra o reuso durante a criação dos requisitos dos produtos:

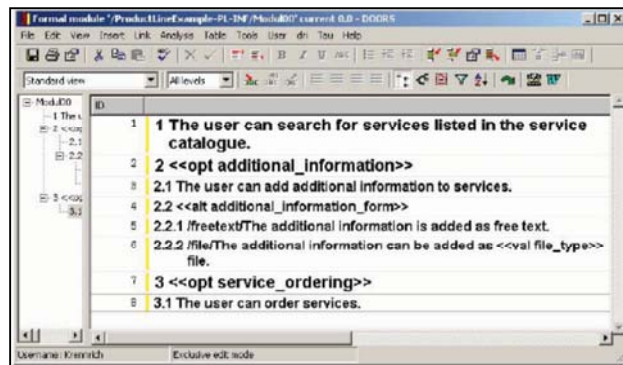


Figura 17 – Requisitos da LPS na ferramenta REMAP-tool.

Fonte: Extraída de [SCH06].

- Ferramentas *Computer-Aided Software Engineering* (CASE) - ferramentas destinadas ao auxílio das atividades da Engenharia de Software. Nestas ferramentas através do uso de estereótipos nos modelos é possível representar a variabilidade da LPS. JUDE<sup>5</sup> é um exemplo de ferramenta CASE que pode ser utilizada para a criação de modelos de LPS [GOM04]. A figura a seguir apresenta um Modelo de caso de uso do domínio utilizando notações UML para representar a variabilidade da LPS:

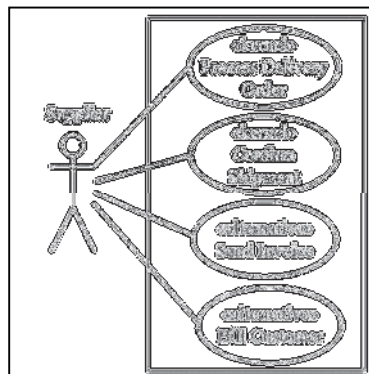


Figura 18 – Modelo de casos de uso do domínio feito em ferramenta CASE.

Fonte: Extraída de [GOM04].

- SYSIPHUS - ambiente composto de diversas ferramentas destinadas ao desenvolvimento colaborativo e distribuído de modelos de software. Possibilita a criação de modelos de variabilidade da LPS, adotando a idéia de um repositório central [THU07a];

<sup>5</sup> JUDE [<http://jude.change-vision.com/jude-web/index.html>]

- OdysseyShare - ambiente para o desenvolvimento colaborativo e distribuído de componentes, possuindo funcionalidades destinadas a construção de modelos de domínio de maneira colaborativa [WER03]. A figura a seguir apresenta um *screenshot* da ferramenta onde podemos ver a construção de modelos de maneira colaborativa:

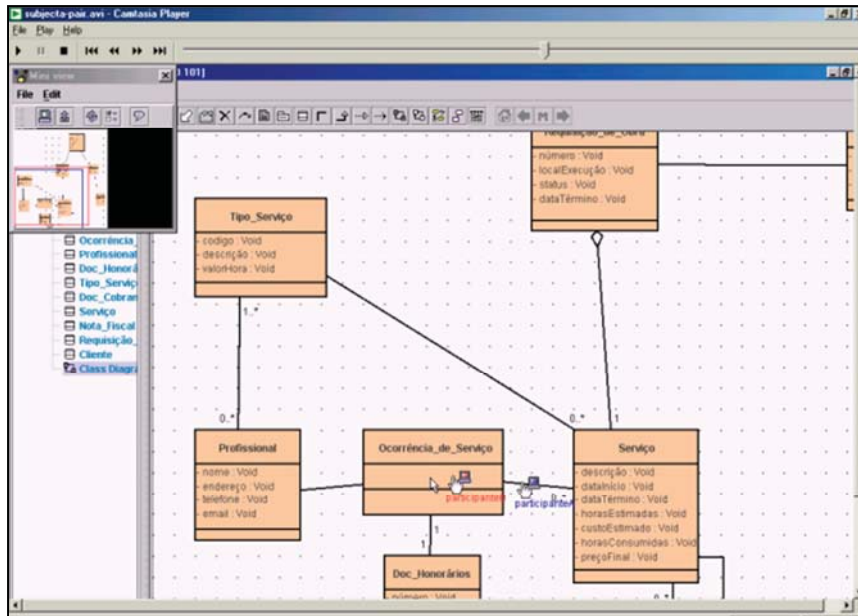


Figura 19 – Ferramenta OdysseyShare.

Fonte: Extraída de [ODY09].

- Rastreabilidade dos artefatos:
  - A funcionalidade requerida de rastreabilidade dos artefatos pode ser obtida através do uso de uma ferramenta específica ou de uma planilha. Fica a critério da empresa a definição de como será a Matriz de rastreabilidade;
- Gerenciamento de mudanças:
  - Para obter a funcionalidade de gerenciamento de mudanças (requerida pelo Apoio ferramental) sugere-se o uso controladores de versões, que podem ser integrados a repositórios [DAM02][ESP05][GAO02];
- Mecanismos de colaboração e comunicação entre equipes:
  - eConference - ferramenta que apóia a comunicação síncrona e estruturada sobre requisitos nos cenários distribuídos. Possui as funcionalidades de agenda (indica o *status* da reunião); *Input Panel* (quadro para o envio de mensagens); *Message Board* (quadro para

visualização das mensagens da discussão); *Hand Raising Panel* (indicação quando alguém quer dizer algo durante a reunião); *Minutes Editor* (sumário da discussão); *Presence Panel* (visualização do *status* dos participantes) [CAL05]. Estas funcionalidades são visíveis na figura a seguir:

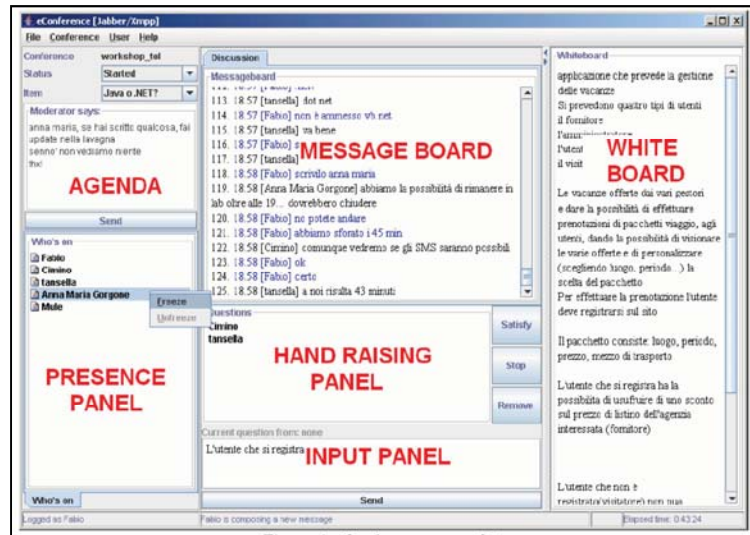


Figura 20 – Ferramenta eConference.

Fonte: Extraída de [CAL05].

- o EGRET - ferramenta que apóia a comunicação e gerenciamento de requisitos em ambientes distribuídos. Possibilita comunicação assíncrona e síncrona, armazenamento das conversas, conexão entre requisitos e conversas sobre eles, gerenciamento de mudanças e gerenciamento de conhecimento [SIN06]. A figura a seguir apresenta um *screenshot* da ferramenta EGRET:

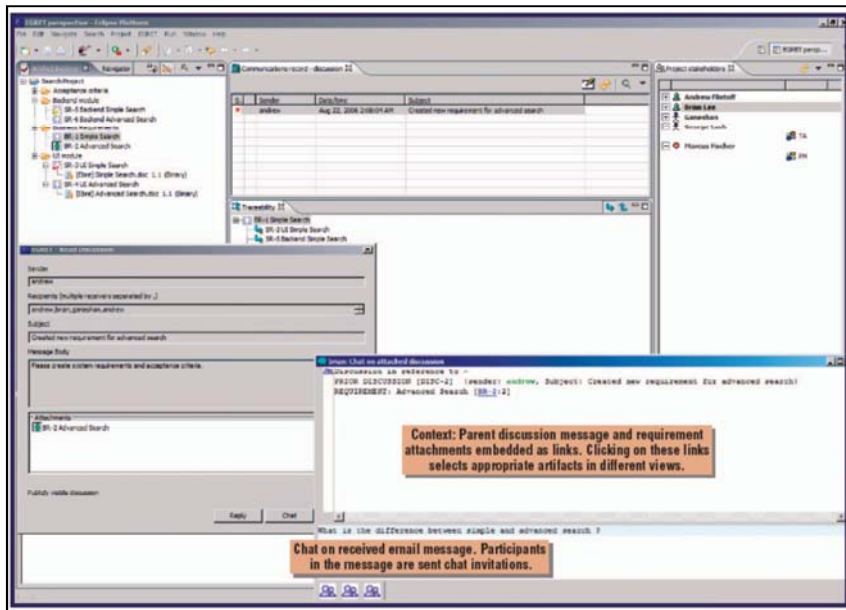


Figura 21 – Ferramenta EGRET.

Fonte: Extraída de [SIN06].

- MSN, Skype e demais ferramentas de comunicação.

A tabela a seguir apresenta as funcionalidades requeridas pelo Apoio ferramental e as ferramentas sugeridas na Política de reutilização:

**Tabela 4 – Síntese das funcionalidades do Apoio ferramental e ferramentas existentes.**

Funcionalidade do Apoio ferramental	Ferramenta sugerida
Acessibilidade	Repositórios [DAM02][ESP05][GAO02]
Criação, armazenamento e recuperação de artefatos da LPS	Odyssey-ED [WER99]; Feature Model Plug-in [ANT04]; ReqiLine [MAB03]; REMAP-tool [SCH06]; Ferramentas CASE [GOM04]; SYSIPHUS [THU07a]; OdysseyShare [ODY09]
Rastreabilidade dos artefatos	Ferramenta ou Planilha (a critério da empresa)
Gerenciamento de mudanças	Controladores de versões integrados a repositórios [DAM02][ESP05][GAO02]
Mecanismos de colaboração e comunicação entre equipes	eConference [CAL05]; EGRET [SIN06]; MSN, Skype e demais ferramentas de comunicação

*Artefato de entrada: Nenhum.*

*Artefato de saída: Apoio ferramental.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS é responsável pela obtenção do Apoio ferramental.*



### **Atividade Atribuir papéis**

Nesta atividade são atribuídos os papéis aos membros das equipes. Devido ao fato de algumas atividades do método serem executadas por um grupo de papéis, sugere-se definir um responsável por coordenar as interações e distribuir tarefas nestas ocasiões. O Colaborador poderá ter esta atribuição em atividades onde ele é um papel presente, nas demais atividades cabe aos envolvidos definirem uma pessoa responsável.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- A coleta de informações pessoais (nome, sobrenome, apelido, etc.); profissionais (local e horário de trabalho, contato profissional, conhecimento sobre tecnologias, metodologias, domínios e produtos da empresa, etc.); e culturais (país e idioma nativo, influências culturais, conhecimento em determinados idiomas, etc.) pode auxiliar a atribuição de papéis definindo perfis dos membros das equipes [ARA06];
- O papel do Engenheiro de requisitos do domínio deve ser composto por uma equipe co-localizada ou próxima, para facilitar a interação entre seus membros e acelerar o processo de criação da base reutilizável. O papel do Engenheiro de requisitos do produto deve ser composto por equipes distribuídas, para facilitar o contato com os clientes e possibilitar maior proximidade à realidade dos produtos [LIN07][BOS01][PAU04][SAN06];
- A documentação dos papéis dos membros das equipes será feita no Plano da LPS. Segundo Audy e Prikładnicki [AUD07] é necessário compartilhar conhecimento sobre formações de equipes, estruturas, responsabilidades de comunicação e definições da empresa nos ambientes de DDS, sendo assim sugere-se que o Plano da LPS seja uma página WEB ou um documento armazenado no Apoio ferramental [DAM07].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para armazenar o Plano da LPS.*

*Artefato de saída: Plano da LPS contendo a atribuição de papéis.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS é responsável pela atribuição de papéis.*

### **Atividade Definir idioma padrão**

Nesta atividade define-se um idioma padrão que será usado na escrita dos artefatos e durante a conversação entre equipes. A identificação deste idioma deve ser documentada no Plano da LPS. Caso as equipes possuam o mesmo idioma esta atividade é desnecessária.

#### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Sugere-se que a definição do idioma considere: (i) o idioma dos responsáveis por possíveis manutenções; (ii) problemas de interpretação quando o idioma definido é diferente do idioma da equipe de desenvolvimento de produtos e (iii) a necessidade de validação dos requisitos pelos clientes [LOP04];
- Normalmente quando os *stakeholders* não possuem o mesmo idioma nativo, a língua inglesa é escolhida para interações e escrita de artefatos [ARA08].

*Artefato de entrada: Plano da LPS.*

*Artefato de saída: Plano da LPS atualizado com a definição do idioma padrão.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS é responsável pela definição do idioma padrão.*

### **Atividade Criar Dicionário da LPS**

Nesta atividade é criado o Dicionário da LPS. Este artefato deve conter explicações sobre termos técnicos (do domínio e/ou dos produtos) e sobre o idioma padrão, para auxiliar no entendimento dos artefatos, na comunicação entre equipes e junto ao cliente. Deve ser criado utilizando o idioma padrão.

#### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Ontologias, glossários ou modelos conceituais podem ser utilizados para construir dicionários de auxílio na comunicação entre equipes de DDS e no entendimento dos artefatos [LOP04][ARA08];

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para armazenar o Dicionário da LPS.*

*Artefato de saída: Dicionário da LPS.*

*Papéis envolvidos: O Colaborador será responsável pela criação do Dicionário da LPS, sendo supervisionado pelo Gerente da LPS.*

### **Atividade Estabelecer definições da LPS**

Esta atividade compreende a definição de metas, objetivos de reuso, padrões para a confecção dos artefatos e estratégias de gerenciamento dos mesmos. Estas definições devem ser documentadas no Plano da LPS.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Os padrões para a confecção dos artefatos podem incluir a definição de estruturas de frases, cenários, casos de uso e diagramas [LOP04]. Pode-se definir quais serão os modelos utilizados para documentar os requisitos, como eles serão escritos e modelados, estrutura, *templates*, etc. [BHA06];
- É necessário definir estratégias para o gerenciamento de artefatos de repositórios distribuídos [ESP05]. Estas estratégias podem incluir critérios de certificação, avaliação e catalogação dos artefatos, definições de atributos de qualidade dos artefatos, critérios de reuso, etc.

*Artefato de entrada: Plano da LPS.*

*Artefato de saída: Plano da LPS atualizado com as definições de metas, objetivos de reuso, padrões e estratégias de gerenciamento.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS será o responsável por estabelecer as definições da LPS.*

A tabela a seguir apresenta a visão geral da disciplina Definições iniciais:

**Tabela 5 – Disciplina Definições iniciais.**

<b>Atividade</b>	<b>Entrada</b>	<b>Saída</b>	<b>Papéis</b>
Obter apoio ferramental	Nenhum	Apoio ferramental	Gerente da LPS
Atribuir papéis	Apoio ferramental	Plano da LPS	Gerente da LPS
Definir idioma padrão	Plano da LPS	Plano da LPS atualizado	Gerente da LPS
Criar Dicionário da LPS	Apoio ferramental	Dicionário da LPS	Colaborador; Gerente da LPS
Estabelecer definições da LPS	Plano da LPS	Plano da LPS atualizado	Gerente da LPS

#### 4.4.2 Disciplina Definição dos requisitos do domínio

Nesta disciplina ocorre a definição dos requisitos do domínio da empresa e da sua variabilidade (semelhanças e diferenças) perante este domínio. A figura a seguir apresenta as atividades desta disciplina:

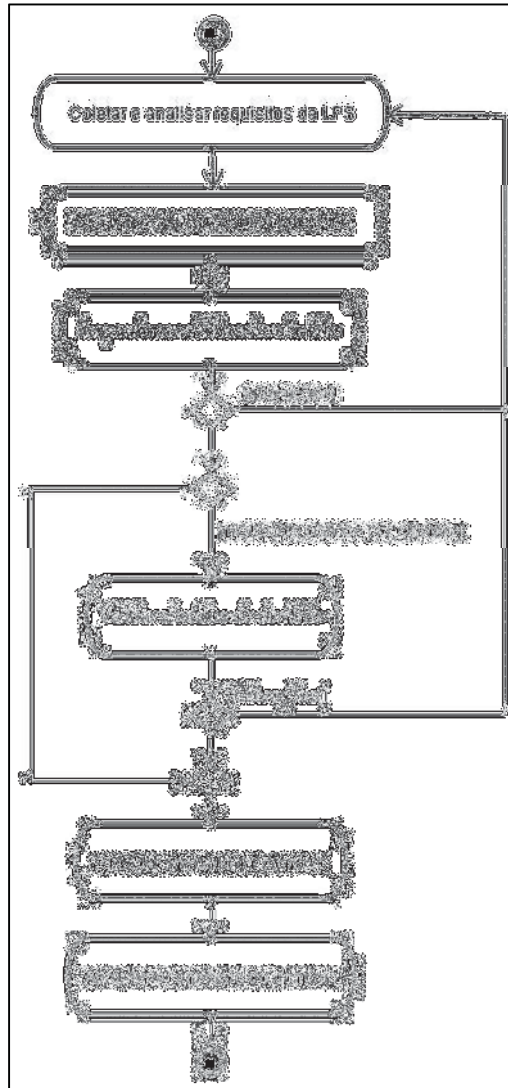


Figura 22 – Disciplina Definição dos requisitos do domínio.

##### **Atividade Coletar e analisar requisitos da LPS**

Nesta atividade são coletados (através de produtos, documentações existentes e/ou clientes), os requisitos dos produtos da LPS. Juntamente com esta coleta, procede-se a análise dos requisitos, a fim de identificar a variabilidade da LPS (requisitos comuns a todas as aplicações, requisitos opcionais, como eles variam, etc.).

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

Como meios de comunicação e interação para esta atividade sugere-se:

- Execução de reuniões estruturadas através de interações pessoais entre clientes e/ou Engenheiros de requisitos [SAN06], ou a análise das preferências pessoais de cada *stakeholder* para sugerir os meios de comunicação mais compatíveis com as preferências deles [ARA08].

A seguir algumas técnicas que podem ser utilizadas para a elicitação e identificação da variabilidade dos requisitos nos ambientes distribuídos:

- Pergunta e Resposta (técnica onde os Engenheiros de requisitos fazem perguntas para os clientes/usuários e a conversa segue de acordo com a participação dos envolvidos), Casos de uso (discussão com o cliente sobre o que o sistema fará utilizando notações específicas de modelagem), *Brainstorming* (sessão livre de discussão sobre requisitos até que se obtenha um consenso da equipe) ou Gerência de Requisitos (processo sistemático de elicitar, organizar e documentar os requisitos). Estas técnicas demonstraram ser eficientes para a elicitação de requisitos em ambientes de DDS [LLO02];
- *Win Win*: Técnica onde diversos *stakeholders* participam e discutem sobre os requisitos, considerando diferentes pontos de vista. Baseia-se na construção de quatro artefatos: *Win Conditions*, *Issues*, *Options* e *Agreements*. *Win Conditions* capturam os objetivos dos *stakeholders* em relação ao sistema. Se uma *Win Conditions* não é controversa com outra, então ela é apoiada por um *Agreement*, senão uma *Issue* é criada para identificar o conflito. *Options* incluem sugestões dos *stakeholders* para a solução das *Issues* [BOE98]. Esta técnica é amplamente utilizada em ambientes distribuídos para a negociação dos requisitos [ARA08];
- Técnica colaborativa para realizar a reengenharia de produtos da empresa e identificar requisitos: Esta técnica é composta de sete etapas: (1) identificação do domínio da empresa, (2) realização de um *brainstorming* para a coleta de *features* e requisitos do domínio, (3) convergência de opiniões em relação aos dados coletados, (4) coleta de opiniões em relação aos produtos da LPS, (5) votação para a decisão das *features* e requisitos dos produtos, (6) priorização e otimização dos dados coletados, de acordo com seus valores de negócio e viabilidade técnica e por fim, (7) revisão de diferenças [NOO06];

- Matrizes de justificação: Para facilitar o entendimento dos requisitos e da variabilidade da LPS pelas equipes distribuídas, podem-se utilizar Matrizes de justificação. Nesta técnica as equipes interagem colaborativamente no preenchimento de matrizes, que auxiliam na instanciação de produtos, identificação e evolução de variabilidades, de dependências e na captura de *rationales* da LPS [THU07a].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para a comunicação entre os envolvidos e o Dicionário da LPS para entendimento dos termos do domínio e produtos.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do domínio será o responsável por esta atividade, podendo obter auxílio do Colaborador para dúvidas sobre domínio ou produtos. É possível que a coleta dos requisitos da LPS ocorra através de clientes.*

### **Atividade Documentar requisitos do domínio**

Nesta atividade os requisitos do domínio são documentados, identificando a variabilidade dos mesmos (requisitos obrigatórios, opcionais, pontos de variação, variantes, etc.). A rastreabilidade dos artefatos gerados deve ser mantida [AUD07][LOP04], pode-se relacionar os seguintes aspectos:

- Produtos e seus requisitos;
- Produtos e seus clientes;
- Requisitos e seus modelos ou documentos;
- Requisitos do produto instanciados de requisitos do domínio;
- Modelos ou documentos do produto instanciados de modelos ou documentos do domínio;

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

Entre os modelos comumente utilizados para a documentação dos requisitos do domínio estão:

- Modelos de *features* [CHA01][POH98][CHO07], Modelos de casos de uso do domínio [POH98][SAN06], Especificações de requisitos [CHO07][ POH98] e Modelos ortogonais de variabilidade [POH98][THU07a].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para a construção dos artefatos e comunicação entre os envolvidos, Plano da LPS para a visualização dos padrões para a confecção dos artefatos e Dicionário da LPS para auxiliar na escrita dos mesmos.*

*Artefato de saída: Artefatos do domínio e Matriz da rastreabilidade com informações dos artefatos gerados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do domínio será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Inspeccionar artefatos do domínio**

Nesta atividade os artefatos do domínio são inspecionados para garantir a sua consistência, qualidade e entendimento pelas equipes distribuídas. Deve-se averiguar se os artefatos foram criados utilizando os padrões previstos, se existem conflitos entre eles, se a rastreabilidade foi mantida, etc. Se necessário eles devem ser alterados.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Para a inspeção de requisitos em ambientes de DDS sugere-se o uso de algumas técnicas: *Ad hoc* (onde não são definidas orientações para se proceder a inspeção de requisitos), *Checklists* (onde são identificados critérios estruturados em uma lista, para analisar e validar cada requisito), Cenários (onde são descritos interações e atores envolvidos no requisito, possibilitando uma visualização mais clara para os usuários) ou *Perspectiva* (onde os envolvidos assumem a perspectiva de diferentes usuários para inspecionar os artefatos) [LOP04];
- Para a execução das técnicas de inspeção é necessário definir os meios de comunicação que os envolvidos utilizarão, caso eles não estejam reunidos presencialmente. Desta maneira, para tornar eficientes as negociações sobre os requisitos em ambientes distribuídos, sugere-se primeiramente o uso de mecanismos assíncronos para a organização das reuniões e após, o uso de mecanismos síncronos durante as discussões [MAL07].

*Artefato de entrada: Artefatos do domínio que serão inspecionados, Plano da LPS para verificar se os artefatos foram criados utilizando os padrões, Matriz da rastreabilidade para verificar a rastreabilidade dos artefatos.*

*Artefato de saída: Artefatos do domínio atualizados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do domínio será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Validar artefatos do domínio**

Nesta atividade os artefatos são validados para verificar se refletem as necessidades dos clientes (em casos onde os requisitos do domínio foram obtidos através dos mesmos). Se houverem discrepâncias e mal-entendidos, os artefatos devem ser alterados. Para casos onde os requisitos do domínio não foram obtidos através de clientes, esta atividade é desnecessária.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Se não for possível o contato pessoal entre os *stakeholders* nesta atividade, deve-se dar preferência por utilizar meios de comunicação assíncronos para auxiliar a organização de assuntos e meios síncronos durante a validação dos requisitos [DAM06][DAM07].

*Artefato de entrada: Artefatos do domínio que serão validados e Dicionário da LPS para o entendimento de termos e conceitos do domínio e dos produtos.*

*Artefato de saída: Artefatos do domínio atualizados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do domínio será o responsável por esta atividade, podendo obter auxílio do Colaborador para interagir com o Cliente.*

### **Atividade Publicar artefatos do domínio**

Nesta atividade os artefatos do domínio são publicados (disponibilizados) no Apoio ferramental para que sejam reutilizados e conhecidos por todas as equipes distribuídas. Devem-se analisar os critérios de gerenciamento para que estes artefatos sejam publicados corretamente.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Somente armazenar os artefatos não é suficiente, é necessário organizá-los de uma maneira rastreável, capaz de serem explorados [HER07]. Esta



estrutura de armazenamento pode se basear nos critérios de classificação dos artefatos, por exemplo.

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para o armazenamento dos artefatos, artefatos do domínio que serão armazenados, Plano da LPS para verificar as estratégias de gerenciamento de artefatos.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do domínio será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Apresentar artefatos do domínio**

A atividade final desta disciplina é a apresentação dos artefatos do domínio para as equipes distribuídas, garantindo assim o conhecimento e entendimento dos mesmos por parte de todos.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Sugere-se que a apresentação inicial ocorra presencialmente para evitar mal-entendidos de comunicação e para aproximar as equipes de DDS. Se houver necessidade, novas apresentações podem ocorrer através de meios de comunicação síncronos [DAM02][BHA06][AUD07][BER06a].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para o uso de meios de comunicação quando necessário e os artefatos do domínio para serem apresentados.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Colaborador será o responsável por esta atividade.*

A tabela a seguir apresenta a visão geral da disciplina de Definição dos requisitos do domínio:

**Tabela 6 – Disciplina Definição dos requisitos do domínio.**

<b>Atividade</b>	<b>Entrada</b>	<b>Saída</b>	<b>Papéis</b>
Coletar e analisar requisitos da LPS	Apoio ferramental; Dicionário da LPS	Nenhum	Engenheiro de requisitos do domínio; Colaborador; Cliente
Documentar requisitos do domínio	Apoio ferramental; Plano da LPS; Dicionário da LPS	Artefatos do domínio; Matriz de rastreabilidade	Engenheiro de requisitos do domínio
Inspeccionar artefatos	Artefatos do domínio;	Artefatos do domínio	Engenheiro de requisitos do

do domínio	Plano da LPS; Matriz de rastreabilidade	atualizados	domínio
Validar artefatos do domínio	Artefatos do domínio; Dicionário da LPS	Artefatos do domínio atualizados	Engenheiro de requisitos do domínio; Colaborador; Cliente
Publicar artefatos do domínio	Apoio ferramental; Artefatos do domínio; Plano da LPS	Nenhum	Engenheiro de requisitos do domínio
Apresentar artefatos do domínio	Apoio ferramental; Artefatos do domínio	Nenhum	Colaborador

#### 4.4.3 Disciplina Definição dos requisitos do produto

Nesta disciplina ocorre a definição dos requisitos do produto, reutilizando os artefatos do domínio quando possível. A figura a seguir apresenta as atividades desta disciplina:

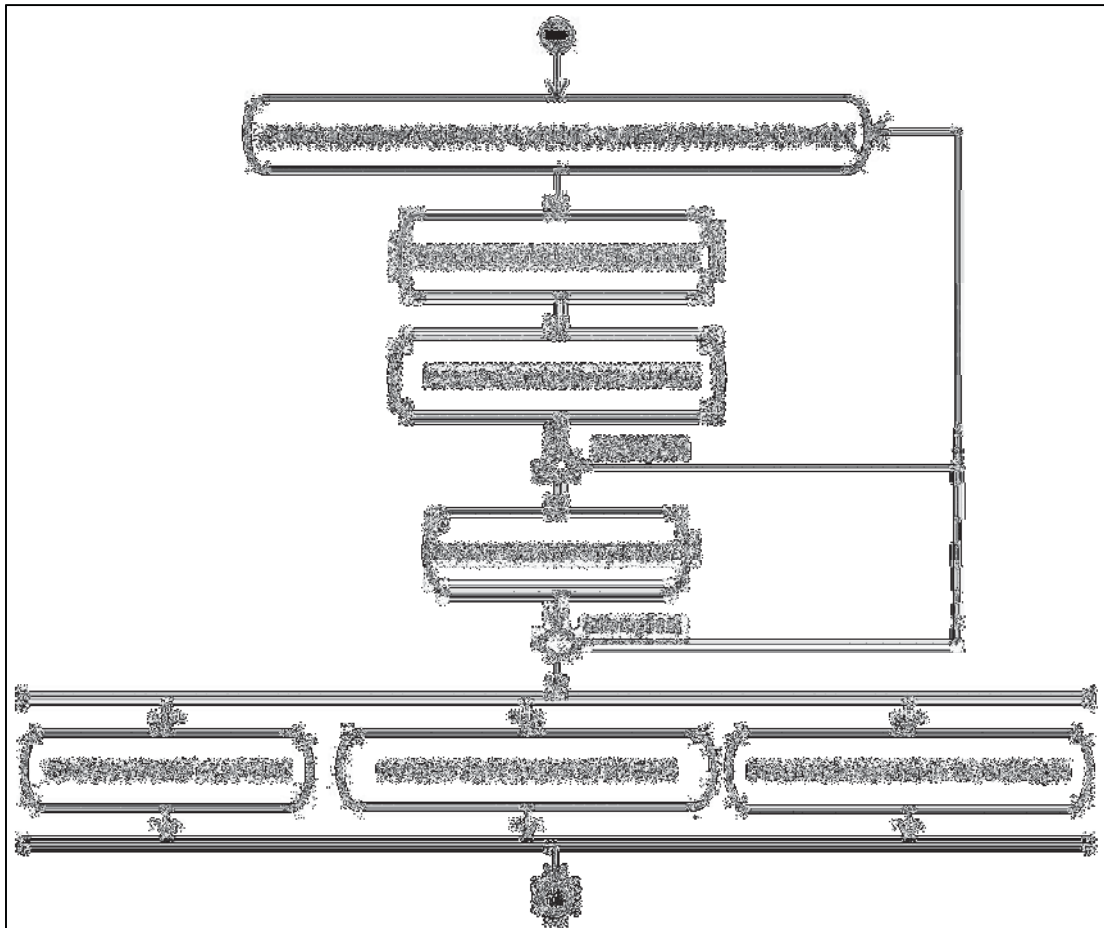


Figura 23 – Disciplina Definição dos requisitos do produto.

**Atividade Coletar e analisar requisitos do produto, reutilizar requisitos do domínio**

Nesta atividade são elicitados junto aos clientes os requisitos do produto. Juntamente com esta coleta procede-se a verificação da existência de requisitos do domínio que possam ser reutilizados na construção do produto em questão. As possibilidades de reutilização são:

- Reuso direto: o requisito do domínio pode ser reutilizado sem modificações;
- Reuso indireto: o requisito do domínio pode ser reutilizado parcialmente para a construção do produto. Avalia-se a possibilidade de alterar o requisito do domínio ou o requisito do produto para que haja o reuso direto;
- Sem possibilidade de reuso: os requisitos do domínio não podem ser reutilizados na construção do produto.

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

Como meios de comunicação e interação para esta atividade sugere-se:

- Execução de reuniões estruturadas através de interações pessoais entre clientes e/ou Engenheiros de requisitos [SAN06], ou a análise das preferências pessoais de cada *stakeholder* para sugerir os meios de comunicação mais compatíveis com as preferências deles [ARA08].

A seguir algumas técnicas que podem ser utilizadas para a elicitação de requisitos em ambientes distribuídos:

- Pergunta e Resposta (técnica onde os Engenheiros de requisitos fazem perguntas para os clientes/usuários e a conversa segue de acordo com a participação dos envolvidos), Casos de uso (discussão com o cliente sobre o que o sistema fará, utilizando notações específicas de modelagem), *Brainstorming* (sessão livre de discussão sobre requisitos até que se obtenha um consenso da equipe) ou Gerência de Requisitos (processo sistemático de elicitar, organizar e documentar os requisitos). Estas técnicas demonstraram ser eficientes para a elicitação de requisitos em ambientes de DDS [LLO02];
- *Win Win*: Técnica onde diversos *stakeholders* participam e discutem sobre os requisitos, considerando diferentes pontos de vista. Baseia-se na construção de quatro artefatos: *Win Conditions*, *Issues*, *Options* e *Agreements*. *Win Conditions* capturam os objetivos dos *stakeholders* em relação ao sistema. Se uma *Win Conditions* não é controversa com outra, então ela é apoiada por um *Agreement*, senão uma *Issue* é criada para

armazenar este conflito. *Options* incluem sugestões dos *stakeholders* para a solução das *Issues* [BOE98]. Esta técnica é amplamente utilizada em ambientes distribuídos para a negociação dos requisitos [ARA08];

- Matrizes de justificação: Para facilitar o entendimento dos requisitos e da variabilidade da LPS pelas equipes distribuídas podem-se utilizar Matrizes de justificação. Nesta técnica as equipes interagem colaborativamente no preenchimento de matrizes que auxiliam na instanciação de produtos, identificação e evolução de variabilidades, de dependências e na captura de *rationales* da LPS [THU07a];

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para a comunicação entre os envolvidos, Dicionário da LPS para entendimento dos termos do domínio e produtos, Artefatos do domínio e Matriz de rastreabilidade para entendimento dos artefatos que poderão ser reutilizados.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por coletar os requisitos junto ao Cliente, podendo obter auxílio do Colaborador.*

### **Atividade Documentar requisitos do produto**

Nesta atividade os requisitos do produto são documentados. A rastreabilidade dos artefatos gerados deve ser mantida [AUD07][LOP04], pode-se relacionar os seguintes aspectos:

- Produtos e seus requisitos;
- Produtos e seus clientes;
- Requisitos e seus modelos ou documentos;
- Requisitos do produto instanciados de requisitos do domínio;
- Modelos ou documentos do produto instanciados de modelos ou documentos do domínio;

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

Para documentar os requisitos do produto em LPS pode-se utilizar:

- Modelos de *features* [CHA01][POH98][CHO07], Modelos de casos de uso do domínio [POH98][SAN06], Especificações de requisitos [CHO07][POH98] e Modelos ortogonais de variabilidade [POH98][THU07a]. Em casos de

reutilização, os documentos do produto serão instâncias dos documentos do domínio [POH98].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para a construção dos artefatos e para possibilitar a comunicação entre os envolvidos, Plano da LPS para a visualização dos padrões para a confecção dos artefatos, Dicionário da LPS para a escrita dos mesmos e Base Cultural dos produtos (se já existir) para a visualização de questões culturais dos produtos.*

*Artefato de saída: Artefatos do produto e Matriz da rastreabilidade atualizada com informações dos artefatos gerados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Inspeccionar artefatos do produto**

Nesta atividade os artefatos do produto são inspecionados para garantir a sua consistência, qualidade e entendimento pelas equipes distribuídas. Deve-se averiguar se os artefatos foram criados utilizando os padrões previstos, se a rastreabilidade foi mantida, se eles não são conflitantes uns com os outros, etc. Se necessário eles devem ser alterados.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Para a inspeção de requisitos em ambientes de DDS sugere-se o uso de algumas técnicas: *Ad hoc* (onde não são definidas orientações para se proceder a inspeção de requisitos), *Checklists* (onde são identificados critérios estruturados em uma lista, para analisar e validar cada requisito), Cenários (onde são descritos interações e atores envolvidos no requisito, possibilitando uma visualização mais clara para os usuários) ou *Perspectiva* (onde os envolvidos assumem a perspectiva de diferentes usuários para inspecionar os artefatos) [LOP04];
- Para a execução das técnicas de inspeção é necessário definir os meios de comunicação que os envolvidos utilizarão, caso não estejam reunidos presencialmente. Desta maneira, para tornar eficientes as negociações sobre os requisitos em ambientes distribuídos sugere-se primeiramente o

uso de mecanismos assíncronos para a organização das reuniões e após, o uso de mecanismos síncronos para as discussões [MAL07].

*Artefato de entrada: Artefatos do produto que serão inspecionados, Plano da LPS para verificar se os artefatos foram criados utilizando os padrões e Matriz da rastreabilidade para verificar a rastreabilidade dos artefatos.*

*Artefato de saída: Artefatos do produto atualizados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Validar artefatos do produto**

Nesta atividade os artefatos do produto são validados para verificar se refletem as necessidades dos clientes. Se os clientes não estiverem satisfeitos, os requisitos são refinados, os modelos reconstruídos, iniciando novamente o processo de construção dos artefatos do produto.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Se não for possível o contato pessoal entre os envolvidos nesta atividade deve-se dar preferência por utilizar meios de comunicação assíncronos para auxiliar a organização de assuntos e meios síncronos durante a validação dos requisitos [DAM06][DAM07].

*Artefato de entrada: Artefatos do produto que serão validados e Dicionário da LPS para o entendimento de termos e conceitos do domínio e produtos.*

*Artefato de saída: Artefatos do produto atualizados.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade, podendo obter auxílio do Colaborador para interagir com o Cliente.*

### **Atividade Publicar artefatos do produto**

Nesta atividade os artefatos do produto são publicados (disponibilizados) no Apoio ferramental, para que sejam conhecidos por todas as equipes distribuídas. Deve-se analisar os critérios de gerenciamento para que estes artefatos sejam publicados corretamente.

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Somente armazenar os artefatos não é suficiente, é necessário organizá-los de uma maneira rastreável, capaz de serem explorados [HER07]. Esta estrutura de armazenamento pode basear-se nos critérios de classificação dos artefatos, por exemplo.

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para o armazenamento dos artefatos, Artefatos do produto que serão armazenados e o Plano da LPS para verificar as estratégias de gerenciamento de artefatos.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Gerenciar Base Cultural de produtos**

Nesta atividade é criada ou atualizada (quando já existir) a Base Cultural de produtos da empresa. Este artefato (que pode ser uma ontologia, estrutura de repositório, página WEB, etc.) pretende facilitar o entendimento e construção dos artefatos, armazenando informações acerca do contexto e ambiente onde os produtos estão/serão inseridos. É importante que a Base Cultural de produtos esteja disponível para todas as equipes distribuídas, por isto ela deve ser armazenada no Apoio ferramental.

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

Para categorizar as informações culturais que afetam os requisitos pode-se basear na proposta de Mahemoff e Johnston [MAH98], a qual sugere a seguinte estrutura:

- Fatores visíveis (relacionados a aspectos técnicos dos produtos e equipes): tempo (calendário, feriados, carga-horária de trabalho), critérios de escrita (conjunto de caracteres, direção do texto, caracteres especiais), linguagem (ordenação de palavras, uso de jargões), medidas (moeda, unidades de medida), formatação (números, hora e data, arredondamento de números) e sistemas externos (tamanho padrão de páginas);
- Fatores invisíveis (relacionados a aspectos não-técnicos, culturais das pessoas): disposição mental das equipes (avaliação do software em relação a usabilidade, utilidade, etc.), critérios de percepção (diferentes interpretações, uso de ícones, de cores), regras de interação social (uso de

determinados sons no sistema) e contexto de uso dos produtos (tamanho de botões, questões dependentes de como e por quem o produto será utilizado).

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para armazenar a Base Cultural de produtos.*

*Artefato de saída: Base Cultural de produtos.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade, podendo obter auxílio do Colaborador para dúvidas sobre domínio ou produtos.*

### **Atividade Documentar experiência de reutilização**

Ao final desta disciplina, as experiências de reutilização das equipes devem ser documentadas. Esta documentação auxiliará a disseminação do conhecimento sobre o processo de reuso dos requisitos nos ambientes distribuídos.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Para facilitar a documentação das experiências podem ser criados formulários disponíveis a todos. Nestes formulários deve ser descrito o processo de reutilização, como reutilizar o artefato, como instanciar um ponto de variação, fatos ocorridos, lições aprendidas, boas e más práticas, e mais tudo o que o documentador achar necessário e relevante para o conhecimento das equipes distribuídas;
- O compartilhamento de experiências auxilia o desenvolvimento distribuído proporcionando a reutilização de conhecimento por equipes distantes [GAO02].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para armazenar a documentação, Dicionário da LPS para auxiliar na escrita da mesma se necessário.*

*Artefato de saída: Registro de experiências.*

*Papéis envolvidos: O Engenheiro de requisitos do produto será o responsável por esta atividade.*



A tabela a seguir apresenta a visão geral da disciplina de Definição dos requisitos do domínio:

**Tabela 7 – Disciplina Definição dos requisitos do produto.**

Atividade	Entrada	Saída	Papéis
Coletar e analisar requisitos do produto, reutilizar requisitos do domínio	Apoio ferramental; Dicionário da LPS; Artefatos do domínio; Matriz de rastreabilidade	Nenhum	Engenheiro de requisitos do produto; Colaborador; Cliente
Documentar requisitos do produto	Apoio ferramental; Plano da LPS; Dicionário da LPS; Base Cultural de produtos (se existir)	Artefatos do produto; Matriz de rastreabilidade atualizada	Engenheiro de requisitos do produto
Inspecionar artefatos do produto	Artefatos do produto; Plano da LPS; Matriz de rastreabilidade	Artefatos do produto atualizados	Engenheiro de requisitos do produto
Validar artefatos do produto	Artefatos do produto; Dicionário da LPS	Artefatos do produto atualizados	Engenheiro de requisitos do produto; Colaborador; Cliente
Publicar artefatos do produto	Apoio ferramental; Artefatos do produto; Plano da LPS	Nenhum	Engenheiro de requisitos do produto
Gerenciar Base Cultural de produtos	Apoio ferramental	Base Cultural de produtos atualizada	Engenheiro de requisitos do produto; Colaborador
Documentar experiência de reutilização	Apoio ferramental; Dicionário da LPS	Registro de experiências	Engenheiro de requisitos do produto

#### 4.4.4 Disciplina Suporte ao DDS

Esta disciplina atua como um apoio ao desenvolvimento distribuído. A figura a seguir apresenta as atividades desta disciplina:

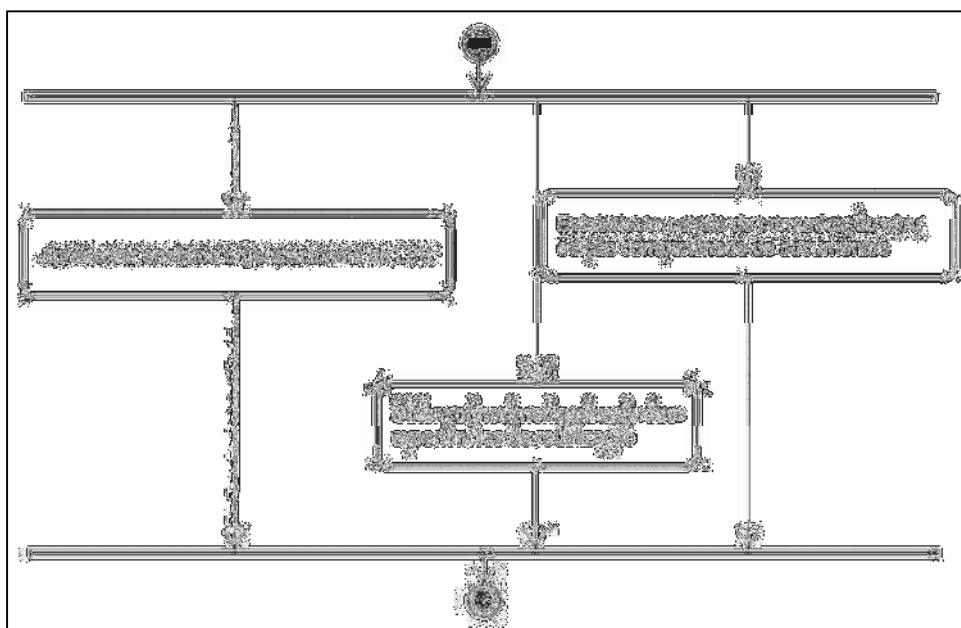


Figura 24 – Disciplina Suporte ao DDS.

### **Atividade Apresentar artefatos organizacionais da LPS**

Nesta atividade ocorre a apresentação dos artefatos organizacionais da LPS às equipes distribuídas, disseminando assim o conhecimento dos mesmos.

#### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Sugerimos que inicialmente esta atividade seja realizada de forma presencial para estabelecer relações de confiança e proximidade entre as equipes. Se houver necessidade de novas apresentações, estas podem ocorrer através dos meios de comunicação síncronos [DAM02][BHA06][GAO02][BER06a].

*Artefato de entrada: Os artefatos que serão apresentados para as equipes incluem o Plano da LPS, o Dicionário da LPS, a Base Cultural de produtos e o Apoio ferramental.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS será o responsável por esta atividade.*

### **Atividade Obter conhecimento através das experiências de reutilização**

Nesta atividade os *stakeholders* podem utilizar a documentação das experiências de reutilização para obter conhecimento e auxílio no processo de reuso. As questões que podem ser solucionadas com estas documentações incluem como reutilizar um artefato, boas práticas, lições aprendidas, como instanciar um ponto de variação, com quem tirar dúvidas, etc.

#### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Utilizando os Registros de experiência, as equipes poderão obter conhecimento para facilitar o reuso dos artefatos do domínio. O compartilhamento de experiências auxilia o desenvolvimento distribuído proporcionando a reutilização de conhecimento por equipes distantes [GAO02].

*Artefato de entrada: Registros de experiências.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: Qualquer papel poderá obter conhecimento através da documentação das experiências de reutilização.*

### **Atividade Estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos**

Os *stakeholders* podem estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos para a comunicação entre equipes e com clientes, para a notificação de alterações em artefatos, para a criação e manutenção de artefatos, etc.

#### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir considerações para a execução desta atividade:

- Sugere-se que semanalmente pequenos grupos conversem através de vídeo ou teleconferência para esclarecimentos de dúvidas sobre requisitos e sobre as atividades que estão executando [DAM07].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para o uso dos canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: Qualquer papel poderá estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos.*

A tabela a seguir apresenta a visão geral da disciplina de Suporte ao DDS:

**Tabela 8 – Disciplina Suporte ao DDS.**

<b>Atividade</b>	<b>Entrada</b>	<b>Saída</b>	<b>Papéis</b>
Apresentar artefatos organizacionais da LPS	Plano da LPS; Dicionário da LPS; Base Cultural de produtos; Apoio ferramental	Nenhum	Gerente da LPS
Obter conhecimento através das experiências de reutilização	Registro de experiências	Nenhum	Qualquer papel
Estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos	Apoio ferramental	Nenhum	Qualquer papel

#### **4.4.5 Disciplina Gerenciamento da LPS**

Nesta disciplina são executadas atividades de gerenciamento dos artefatos da LPS. A figura a seguir apresenta as atividades desta disciplina:

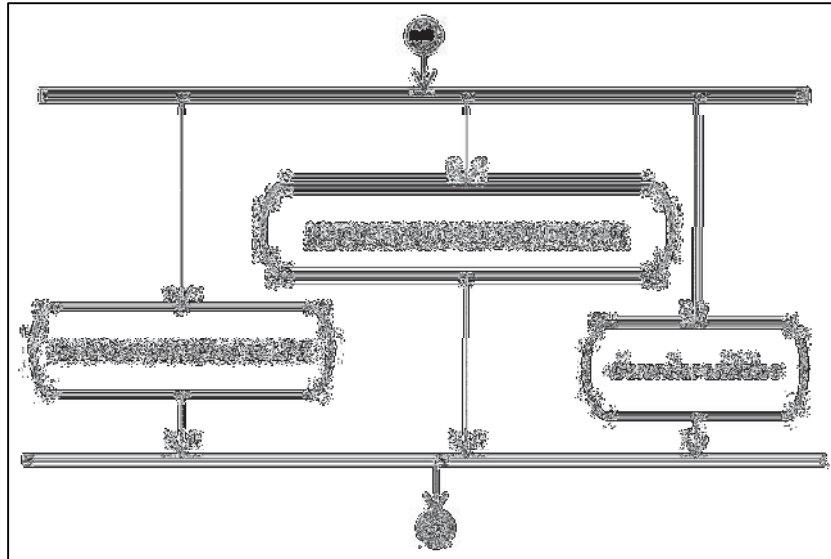


Figura 25 – Disciplina Gerenciamento da LPS.

### **Atividade Gerenciar definições da LPS**

Esta atividade engloba o gerenciamento das definições da LPS (estabelecidas na disciplina Definições iniciais), incluindo o Apoio ferramental, membros das equipes e seus respectivos papéis, idioma padrão, Dicionário da LPS, metas e objetivos de reuso, padrões para a criação dos artefatos e critérios de gerenciamento dos mesmos.

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Se houverem alterações das definições iniciais, estas devem ser notificadas às equipes. Isto pode ocorrer através do Apoio ferramental;
- O gerenciamento das equipes pode considerar a descrição dos papéis do mRED e analisar as características pessoais dos membros das equipes distribuídas.

*Artefato de entrada: Os itens que podem ser gerenciados incluem o Apoio ferramental (inclusão ou exclusão de alguma ferramenta), o Plano da LPS (alteração do idioma padrão; adição, alteração ou exclusão de metas e objetivos de reuso, dos membros das equipes e seus respectivos papéis, dos padrões de criação e de estratégias de gerenciamento dos artefatos), Dicionário da LPS (inclusão, alteração ou exclusão de termos e definições).*

*Artefato de saída: Apoio ferramental atualizado, Plano da LPS atualizado e Dicionário da LPS atualizado.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS será responsável pelo gerenciamento do Apoio ferramental e das definições do Plano da LPS. O Engenheiro de requisitos do produto e Engenheiro de requisitos do domínio serão os responsáveis pelo gerenciamento do Dicionário da LPS.*

### **Atividade Gerenciar processo de reutilização**

Esta atividade monitora o andamento da execução do mRED, verificando se as metas de reuso estão sendo atingidas, se os artefatos estão sendo reutilizados, etc. Se necessário, ações corretivas devem ser tomadas (reuniões, treinamentos, incentivos motivacionais promovendo a prática de reutilização na empresa).

### **POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO**

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- Fóruns ou listas de distribuição de email podem ser utilizados para divulgar informações sobre o andamento de projetos e processos da empresa [LOP04];
- Informações estratégicas podem ser utilizadas para motivar ou alertar as equipes distribuídas acerca de objetivos de reuso, metas a serem seguidas, etc. [DAM07].

*Artefato de entrada: Apoio ferramental para que o Gerente da LPS se comunique com as equipes distribuídas (verifique como está ocorrendo o processo de reuso); Plano da LPS para identificar metas de reuso; Registro de experiências para obter conhecimento do andamento do processo de reuso.*

*Artefato de saída: Nenhum.*

*Papéis envolvidos: O Gerente da LPS periodicamente deve gerenciar o processo de reutilização, verificando as opiniões das equipes, se os artefatos estão sendo reutilizados, se as metas de reuso estão sendo atingidas, etc.*

### **Atividade Gerenciar artefatos**

Nesta atividade ocorre a análise do impacto de mudanças em artefatos e requisitos da LPS, além da análise do gerenciamento (inclusão ou exclusão) dos produtos da LPS.

Fica a critério da empresa como ocorrerá o controle de versões dos artefatos. Deve-se seguir as atividades propostas pela disciplina Definição dos requisitos do domínio (para mudanças nos artefatos do domínio) e pela disciplina Definição dos requisitos do produto (para mudanças nos artefatos dos produtos).

## POLÍTICA DE REUTILIZAÇÃO

A seguir algumas diretrizes que devem ser consideradas para a execução desta atividade:

- *Rationale-based Product Line Evolution* - Técnica que consiste na adaptação do modelo *Questions, Options and Criteria* (QOC) – para a captura de informações de *rationale* sobre mudanças – e do método *EasyWinWin* – o qual é um método para a elicitación, priorização e negociação colaborativa de requisitos. Nesta nova técnica é possível avaliar os pedidos de mudanças dos requisitos da LPS utilizando a colaboração de *stakeholders* distribuídos [THU07b];
- A análise de mudanças em artefatos de empresas de DDS deve considerar a ocorrência de diferentes versões para cada artefato e as alterações simultâneas que podem ocorrer [AUD07][SEI09];
- Deve-se manter um histórico de mudanças [HER07] e notificar às equipes todas as alterações nos artefatos [LOP04];
- Para a decisão da implementação mudança, as interações podem ocorrer através de meios de comunicação síncronos, como por exemplo, teleconferência ou vídeo-conferência [CHO07].

*Artefato de entrada: Artefato que será alterado e Matriz de rastreabilidade para verificar o impacto da possível alteração.*

*Artefato de saída: Plano da LPS atualizado, caso haja a adição ou exclusão de produtos da LPS.*

*Papéis envolvidos: Para artefatos do domínio, o Engenheiro de requisitos do domínio será responsável por esta atividade. Para artefatos do produto, o Engenheiro de requisitos do produto será responsável por esta atividade. Para a inclusão ou exclusão de produtos da LPS, o Gerente da LPS será responsável por esta atividade.*

A tabela a seguir apresenta a visão geral da disciplina Gerenciamento da LPS:

**Tabela 9 – Disciplina Gerenciamento da LPS.**

<b>Atividade</b>	<b>Entrada</b>	<b>Saída</b>	<b>Papéis</b>
Gerenciar definições da LPS	Apoio ferramental; Plano da LPS; Dicionário da LPS;	Apoio ferramental atualizado; Plano da LPS atualizado; Dicionário da LPS atualizado;	Gerente da LPS (Apoio ferramental, Plano da LPS); Engenheiro de requisitos do domínio e Engenheiro de requisitos do produto (Dicionário da LPS)
Gerenciar processo de reutilização	Apoio ferramental, Plano da LPS, Registro de experiências	Nenhum	Gerente da LPS
Gerenciar artefatos	Artefato que será alterado; Matriz de rastreabilidade	Plano da LPS atualizado (para o gerenciamento de produtos da LPS)	Engenheiro de requisitos do domínio; Engenheiro de requisitos do produto; Gerente da LPS

#### 4.5 Resumo

Neste capítulo foi apresentado o método mRED, proposto para auxiliar a ER dos ambientes distribuídos através da reutilização de requisitos utilizando LPS. Este método é composto de cinco disciplinas, cada disciplina contém uma série de atividades que produzem artefatos e são executadas por pessoas atribuídas de papéis. O mRED estabelece um caminho a ser seguido para que a empresa de DDS reutilize requisitos e torne a ER de seus projetos mais sistemática e padronizada.

Para auxiliar a execução e entendimento das atividades do mRED, foi proposta uma Política de Reutilização que contém práticas, ferramentas, técnicas e sugestões encontradas na literatura de DDS. No próximo capítulo apresenta-se a avaliação do método proposto, a qual ocorreu por meio da execução de um experimento.

## 5 ESTUDO EXPERIMENTAL REALIZADO

Neste capítulo será apresentado detalhadamente o estudo experimental realizado para avaliar o mRED. Ressalta-se que por motivos de complexidade e viabilidade para a realização do experimento optou-se por avaliar somente uma parte do método, sendo assim as duplas que utilizaram o mRED realizaram as seguintes atividades: Coletar e analisar requisitos do produto, reutilizar requisitos do domínio; Documentar requisitos do produto; Inspeccionar artefatos do produto; Validar artefatos do produto – da disciplina Definição dos requisitos do produto; Estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos – da disciplina Suporte ao DDS. A tabela a seguir apresenta as atividades, artefatos e papéis envolvidos no experimento:

**Tabela 10 – mRED no experimento realizado.**

Atividade	Artefato de entrada	Artefato de saída	Papéis envolvidos
<b>Disciplina Definição dos requisitos do produto</b>			
Coletar e analisar requisitos do produto, reutilizar requisitos do domínio	Apoio ferramental (Jude, MSN/Gtalk e Word/BrOffice); Artefatos do domínio (Modelo de caso de uso do domínio)	Nenhum	Engenheiro de requisitos do produto (participantes) Colaborador (colaborador virtual); Cliente (especificação do futuro sistema)
Documentar requisitos do produto	Apoio ferramental (Jude, MSN/Gtalk e Word/BrOffice)	Artefatos do produto (Modelos de casos de uso do produto feitos pelos participantes)	Engenheiro de requisitos do produto (participantes)
Inspeccionar artefatos do produto	Artefatos do produto (Modelos de casos de uso do produto)	Artefatos do produto atualizados (Modelos de casos de uso do produto atualizados)	Engenheiro de requisitos do produto (participantes)
Validar artefatos do produto	Artefatos do produto (Modelos de casos de uso do produto)	Artefatos do produto atualizados (Modelo de casos de uso do produto atualizados)	Engenheiro de requisitos do produto (participantes) Colaborador (colaborador virtual); Cliente (especificação do futuro sistema)
<b>Disciplina Suporte ao DDS</b>			
Estabelecer canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos	Apoio ferramental (MSN/Gtalk)	Nenhum	Qualquer papel (Participantes e colaborador virtual)

Na Tabela 10 podemos verificar quais as atividades, artefatos e papéis do mRED participaram do experimento. A seguir apresenta-se a descrição das etapas do experimento.



## 5.1 Definição

Nesta etapa foi utilizada a abordagem *Goal Question Metric* (GQM) [BAS94] que define objetivos (nível conceitual) para estabelecer questões (nível operacional) e então identificar métricas (nível quantitativo). No contexto de experimentos esta abordagem auxilia a etapa de definição de objetivos [WOH00].

O objetivo global do experimento consiste em definir qual método, considerando o método de ER *ad hoc* ou o método mRED, é mais eficiente durante a ER dos ambientes de DDS. O objetivo do estudo consiste em comparar qual método é mais eficiente durante a ER dos ambientes de DDS; com o propósito de verificar qual deles possibilita a definição de um maior número de requisitos corretos dado um intervalo de tempo; com foco na eficiência; do ponto de vista das duplas de desenvolvimento de software; no contexto de projetos de DDS. Já o objetivo de medição consiste em verificar qual a eficiência do método de ER *ad hoc* e do método mRED em projetos de DDS.

Para a consecução destes objetivos buscou-se responder a seguinte questão: “A eficiência do método de ER *ad hoc* é igual a eficiência do método mRED, nos ambientes distribuídos?”. A métrica associada a essa questão corresponde a eficiência do método, calculada pelo somatório dos requisitos corretos definidos pelas duplas utilizando cada um dos métodos. Neste trabalho definiu-se como requisitos corretos aqueles que possuíam as seguintes características:

- Requisitos especificados e/ou modelados de acordo com a descrição do futuro sistema, entregue aos participantes. Esta descrição continha as particularidades (como ocorreria o empréstimo, como a multa seria calculada, etc.) do sistema desejado pelo cliente fictício;
- Requisitos modelados utilizando os princípios corretos da *Unified Modeling Language* (UML) sobre relacionamentos, atores, direção de setas, uso de condições de guarda, etc.

Vale ressaltar que na análise dos resultados do experimento atentou-se para identificar a quantidade de requisitos corretos e não a quantidade de casos de uso corretos (visto que um caso de uso pode conter mais de um requisito). A seguir a fórmula para o cálculo da métrica:

- Eficiência do método mRED =  $\sum ReqCormRED$ ;
- Eficiência do método *ad hoc* =  $\sum ReqCorAdhoc$ .

Sendo “ReqCormRED” os requisitos corretos definidos pelas duplas utilizando o mRED e “RecCorAdhoc” os requisitos corretos definidos pelas duplas utilizando o método *ad hoc*.

## 5.2 Planejamento

Utilizou-se a seguinte abordagem de contexto:

- O experimento ocorreu num ambiente controlado (*in-vitro*) em um dado instante de tempo (*off-line*);
- Os participantes incluíram estudantes de mestrado de duas universidades – UEM e PUCRS;
- A realidade do experimento é considerada modelada, visto que o problema foi desenvolvido pelo pesquisador;
- A generalidade do experimento é considerada específica.

Este contexto foi adotado por motivos de complexidade e viabilidade para a realização do experimento. Desta maneira, a execução do experimento ocorreu num ambiente controlado durante um momento previamente estabelecido, com uma amostra definida por conveniência (participantes estudantes de mestrado de universidades pré-estabelecidas) e com um problema fictício desenvolvido pelo pesquisador.

Definiu-se as seguintes hipóteses para o experimento:

- Hipótese Nula (H0): A eficiência dos dois métodos (*ad hoc* e mRED) é igual para a ER nos ambientes distribuídos.
  - $H_0: E_{mRED} = E_{ad\ hoc}$
- Hipótese Alternativa (H1): O método de ER *ad hoc* é mais eficiente para a ER nos ambientes distribuídos do que o método mRED.
  - $H_1: E_{ad\ hoc} > E_{mRED}$
- Hipótese Alternativa (H2): O método mRED é mais eficiente para a ER dos ambientes distribuídos do que o método de ER *ad hoc*.
  - $H_2: E_{mRED} > E_{ad\ hoc}$

Os métodos de ER são considerados as variáveis independentes do experimento e a eficiência do método de ER é a variável dependente. Os sujeitos do experimento incluíram 8 estudantes de mestrado, sendo 4 estudantes da UEM e 4 estudantes da PUCRS. Estes estudantes formaram 4 duplas (compostas de 1 aluno da UEM e 1 aluno

da PUCRS) sendo que estas duplas são consideradas os sujeitos experimentais sobre os quais foi avaliado a métrica. Além disto, o experimento contou com a colaboração de:

- 2 Supervisores (Pesquisador e Auxiliar) responsáveis por coordenar e monitorar o experimento, estando localizados cada um em uma das universidades;
- 1 Colaborador virtual responsável por interagir virtualmente com as duplas distribuídas solucionando dúvidas sobre o domínio e produtos da empresa fictícia do problema.

Vale ressaltar que a empresa fictícia do problema pertencia ao domínio de sistemas para bibliotecas. Este domínio foi escolhido devido a sua facilidade e provável conhecimento de todos os participantes.

A amostragem do experimento é considerada por conveniência e não probabilística, optando-se por esta opção por questões de viabilidade. Como princípios de projeto adotaram-se a aleatoriedade na formação das duplas e na definição de quais duplas utilizaram quais dos métodos de ER (mRED ou *ad hoc*). Para minimizar a possível obstrução causada pelas diferenças no nível de experiência e conhecimento dos participantes nos temas relacionados ao experimento (ER e DDS) foram selecionados estudantes de mestrado (pressupondo obter homogeneidade em relação a experiências e conhecimentos) e foram fornecidos treinamentos sobre estes temas. Foi adotado o princípio de balanceamento para que cada método de ER fosse utilizado pela mesma quantidade de participantes.

Adotou-se o tipo de projeto de análise de dois tratamentos (método mRED -  $\mu$ mRED e método de ER *ad hoc* -  $\mu$ adhoc) em relação a um fator (método de ER). Foi adotada a proposta de projeto completamente aleatório e não-pareado, onde as duplas foram formadas aleatoriamente e cada participante utilizou apenas um método de ER, definido também aleatoriamente. A tabela a seguir apresenta a distribuição do fator sobre os dois tratamentos:

**Tabela 11 – Distribuição do fator sobre os tratamentos.**

Participante	Duplas	$\mu$ adhoc	$\mu$ mRED
MA1	Dupla 1	X	
MA2		X	
MA3	Dupla 2	X	
MA4		X	
Mm1	Dupla 3		X
Mm2			X
Mm3	Dupla 4		X
Mm4			X

A tabela a seguir apresenta a instrumentação do experimento:

**Tabela 12 – Instrumentação do experimento realizado.**

<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
<b>Objeto</b>	Ferramentas <sup>6</sup> : JUDE para modelagem dos requisitos, WORD ou BrOffice para a criação das especificações textuais dos casos de uso e MSN ou GTalk para conversação entre duplas distribuídas.
	Ferramenta de apoio desenvolvida pelo Pesquisador, para coletar dados da execução dos métodos de ER pelos participantes (Apêndice B).
	Descrição do futuro sistema (documento descrevendo o sistema pretendido pelo cliente fictício) sobre o qual as duplas utilizaram os dois métodos de ER em questão (Apêndice C).
	Modelo de casos de uso do domínio, entregue somente para os participantes que utilizaram o mRED visto que o método pressupõe a modelagem do domínio (Apêndice D).
<b>Guia</b>	Apresentação para as duplas que utilizaram o método de ER <i>ad hoc</i> , incluindo descrições sobre ER, DDS, definições do experimento, ferramentas utilizadas e empresa fictícia do problema (Apêndice E).
	Apresentação para as duplas que utilizaram o mRED, incluindo descrições sobre ER, DDS, LPS, o método proposto, definições do experimento, ferramentas utilizadas e empresa fictícia do problema (Apêndice F).
<b>Métrica</b>	Questionário enviado aos participantes alguns dias antes da execução do experimento, para a coleta de dados demográficos e sobre o conhecimento dos mesmos em relação a ER e DDS (Apêndice G).
	Questionário entregue no final da execução experimental, para coletar as impressões dos participantes sobre o experimento e suas sugestões para os métodos utilizados (Apêndice H).

A tabela a seguir apresenta as considerações acerca da validade do experimento:

**Tabela 13 – Validade do experimento realizado.**

<b>Validade interna</b>	
Histórico	A data de aplicação do experimento foi definida evitando períodos em que os participantes poderiam sofrer influências externas (choque de horários com compromissos, recesso escolar, etc.).
Maturação	Buscou-se motivar os participantes durante a execução do experimento indicando a importância da realização do mesmo.
Instrumentação	Todo o material utilizado foi previamente avaliado por outro pesquisador.
Seleção	Os participantes participaram voluntariamente do experimento.
Difusão ou imitação de tratamentos	Durante a execução não foram motivadas interações entre os participantes da mesma universidade.
<b>Validade externa</b>	
Interação de seleção e tratamento	Os participantes possuíam conhecimento prévio sobre os assuntos relacionados a pesquisa.
Interação do ambiente e tratamento	Foram utilizadas ferramentas atuais e amplamente conhecidas pela comunidade da ES.
Interação entre histórico e tratamento	A execução do experimento ocorreu num período em que os participantes não sofreram influências externas.
Possibilidade de generalização	Devido ao fato do experimento ser <i>in-vitro</i> e <i>off-line</i> (com participantes estudantes e realidade modelada) a generalização do experimento é considerada específica.
<b>Validade de construção</b>	

<sup>6</sup> JUDE Community: <http://jude.change-vision.com/jude-web/product/community.html>; BrOffice: <http://www.broffice.org/>; MSN: <http://webmessenger.msn.com/>; GTalk: <http://www.google.com/talk/intl/pt-BR/>

Inadequada explicação pré-operacional	Buscou-se explicar detalhadamente questões operacionais do experimento (como ocorreria a extração dos dados, uso de ferramentas, etc.)
Adivinhação de hipóteses	Manteve-se o foco no objetivo planejado, não divulgando a métrica do experimento.
Apreensão sobre a avaliação	Foi declarado que se manteria o anonimato dos participantes e que eles não estavam sendo “avaliados”.
Expectativas do condutor do experimento	Para evitar influências, durante o planejamento do mesmo todo o material foi previamente avaliado por outro pesquisador.
<b>Validade de conclusão</b>	
Poder estatístico	O pequeno tamanho da amostra (8 participantes) resultou na impossibilidade da utilização de métodos estatísticos para o teste de hipóteses, por isto optou-se por uma interpretação analítica de base qualitativa dos resultados, conforme apresentado na etapa descrita a seguir (Análise e interpretação de resultados).
Confiabilidade das medidas	Utilizou-se medidas objetivas no experimento.
Confiabilidade na implementação dos tratamentos	Questões subjetivas podem ter ocorrido na execução da ER por cada participante.
Configurações do ambiente do experimento	O experimento foi conduzido em laboratórios isolados.
Heterogeneidade aleatória dos participantes	Foram escolhidos participantes alunos de mestrado.

### 5.3 Operação

Nesta etapa ocorreu a preparação, execução e validação inicial dos resultados do experimento realizado.

Sobre a preparação, foi fornecido o embasamento necessário para a participação dos sujeitos clarificando quais os objetivos do experimento e como ele ocorreria. Foi pedido que os participantes assinassem um termo de consentimento no qual foram descritos os objetivos da pesquisa e direitos dos participantes (Apêndice I). Para evitar influências nos resultados, foi adotada uma postura de anonimato dos participantes na descrição do experimento e para garantir a consistência da instrumentação, ela foi avaliada por um segundo pesquisador antes da execução do experimento.

A execução do experimento foi estruturada em quatro fases seqüenciais, apresentadas a seguir.

**Fase 1 – Coleta de dados iniciais:** Inicialmente o Pesquisador foi responsável por enviar aos participantes alguns dias antes da execução do experimento, um questionário para coletar informações demográficas e informações relativas ao conhecimento e experiência deles sobre os assuntos envolvidos no experimento (ER e DDS). Analisando estes questionários o Pesquisador construiu apresentações (Fase 2 do experimento) contendo informações sobre assuntos envolvidos no experimento. Aleatoriamente foram definidas as 4 duplas, cada uma composta de 1 integrante da PUCRS e 1 integrante da UEM, estabelecendo assim um cenário de desenvolvimento distribuído. Duas duplas

utilizaram o método *ad hoc* de ER e duas duplas utilizaram o método mRED, conforme podemos visualizar na figura a seguir:

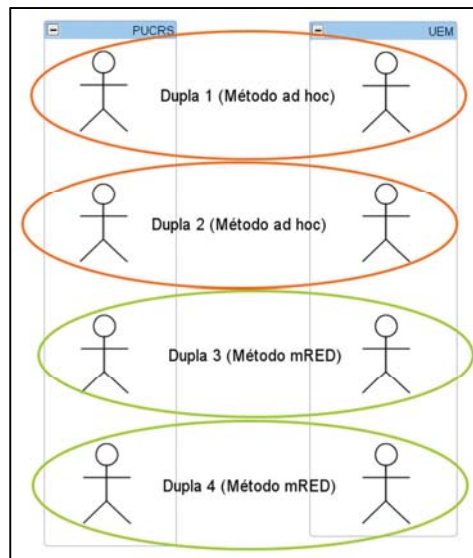


Figura 26 – Duplas do experimento.

**Fase 2 – Apresentações:** Nesta fase os Supervisores realizaram duas apresentações simultaneamente nas duas universidades (o Auxiliar apresentou-as na PUCRS e o Pesquisador apresentou-as na UEM). Estas apresentações incluíram um conjunto de slides para as duplas que utilizaram o método de ER *ad hoc* (com descrições sobre ER, DDS, o experimento, ferramentas utilizadas e empresa fictícia do problema) e outro conjunto de slides para as duplas que utilizaram o mRED (com descrições sobre ER, DDS, LPS, o método proposto, o experimento, ferramentas utilizadas e empresa fictícia do problema). Após estas apresentações, os Supervisores solucionaram dúvidas dos participantes. Nesta fase não ocorreu nenhum desvio ou imprevisto, tudo ocorreu conforme o planejamento. O tempo total desta fase foi de 1 hora e 40 minutos.

**Fase 3 – Execução:** Nesta fase os Supervisores divulgaram o problema para as duplas resolverem, o qual consistia na especificação de um futuro sistema. Além disto, foram enviadas as apresentações realizadas na Fase 2 (para todas as duplas) e a modelagem do domínio (somente para as duplas que utilizaram o método mRED). De posse destes materiais, as duplas tentaram resolver o problema executando a ER do futuro sistema. Duplas que utilizaram o mRED executaram as atividades definidas pelo método e duplas que utilizaram o método *ad hoc* executaram a ER livremente.

Todos os participantes descreveram na Ferramenta de apoio como executaram a ER em questão. Ao final desta fase eles enviaram ao Pesquisador os seus resultados, ou seja, o Modelo de casos de uso do futuro sistema.

Nesta fase ocorreram os seguintes desvios e imprevistos:

- Ocorreu um problema na rede da universidade parceira impedindo que o MSN fosse acessado por dois participantes que estavam utilizando o método mRED. Durante 15 minutos estes participantes executaram individualmente as atividades do mRED. Como o problema no MSN não pôde ser resolvido, estas duplas utilizaram o GTalk para se comunicarem;
- Duplas que utilizaram o MSN interagiram virtualmente com o Colaborador virtual para tirar dúvidas sobre o domínio e empresa. Participantes que utilizaram o Gtalk não conseguiram se comunicar com ele, solucionando suas dúvidas com os Supervisores;
- Inicialmente o tempo planejado para esta fase era de 1 hora, porém devido aos problemas na rede, o tempo de execução foi de 1 hora e 20 minutos;
- Inicialmente a data de execução do experimento foi definida para um determinado dia, porém devido a imprevistos esta data foi remarcada.

**Fase 4 – Coleta de dados finais:** Na fase final os Supervisores aplicaram um questionário para coletar as impressões dos participantes sobre o experimento e sobre o método utilizado. Nesta fase não ocorreu nenhum desvio ou imprevisto, tudo ocorreu conforme o planejamento. O tempo total desta fase foi de 20 minutos.

Após a execução das quatro fases do experimento ocorreu rapidamente a validação dos dados coletados, para verificar se as duplas utilizaram a Ferramenta de apoio e enviaram os modelos de casos de uso para o Pesquisador, constatando a conformidade de todas as equipes em relação a estes aspectos.

#### 5.4 Análise e interpretação dos resultados

Esta etapa compreende a análise e interpretação dos resultados com o intuito de obter conclusões sobre as hipóteses do experimento. Conforme descrito anteriormente, o tamanho da amostra do experimento consiste em 8 participantes. Este baixo número foi obtido devido a complexidade e viabilidade para a realização do experimento, incluindo:

- A necessidade de que a avaliação ocorresse num cenário distribuído, devido ao fato da proposta ser endereçada aos ambientes de DDS, e a restrição de

universidades e grupos de pesquisa que possuem estudos nesta área de pesquisa;

- A necessidade que os participantes fossem alunos de mestrado, para que eles tivessem um conhecimento (no mínimo) básico do conjunto de áreas de pesquisa relativos a proposta;
- A restrição de tempo para que o experimento ocorresse no cronograma e prazo planejado para a conclusão desta pesquisa.

Todos estes fatores restringiram a possibilidade de obtenção de uma amostra maior. Desta maneira, devido a este baixo número da amostra não se obteve dados suficientes para a utilização de métodos estatísticos no teste das hipóteses, optando-se então por uma interpretação analítica de base qualitativa utilizando uma estatística simples para analisar os resultados obtidos. Discutiram-se os impactos dessa decisão e optou-se por esse caminho em função dos resultados do experimento apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 14 – Representação tabular dos resultados do experimento.**

	Método ad hoc		Método mRED	
	Dupla 1	Dupla 2	Dupla 3	Dupla 4
Especificações	2	4	7	9
Especificações corretas	0	0	7	6
Modelagens	6	8	9	8
Modelagens corretas	4	6	9	8
Total de especificações corretas	0		13	
Total de modelagens corretas	10		17	
<b>Total eficiência (quantidade de requisitos corretos)</b>	<b>10</b>		<b>30</b>	

Analisando os resultados podemos visualizar que a eficiência das duplas que utilizaram o mRED é maior (30) do que a eficiência das duplas que utilizaram o método *ad hoc* (10). As duplas que utilizaram o mRED especificaram e modelaram uma maior quantidade de requisitos corretos do que as duplas que utilizaram o método *ad hoc* e ainda, obtiveram uma maior taxa de aproveitamento de trabalho (quantidade de requisitos corretos \*100/quantidade de requisitos definidos):

- As duplas que utilizaram o mRED obtiveram uma percentagem de aproveitamento de 81% (13) de requisitos corretamente especificados em relação ao total de requisitos que elas especificaram (16);
  - As duplas que utilizaram o método *ad hoc* obtiveram uma percentagem de aproveitamento de 0% de requisitos corretamente especificados em relação ao total de requisitos que elas especificaram (6);



- As duplas que utilizaram o mRED obtiveram uma percentagem de aproveitamento de 100% (17) de requisitos corretamente modelados em relação ao total de requisitos modelados por elas (17);
  - As duplas que utilizaram o método *ad hoc* obtiveram uma percentagem de aproveitamento de 71% (10) de requisitos corretamente modelados em relação ao total de requisitos modelados por elas (14);

Com estes resultados percebemos que a quantidade de requisitos corretos e a taxa de aproveitamento é maior quando utilizamos o método mRED para a ER dos ambientes de DDS ao invés do método *ad hoc*. Estes dados indicam um futuro promissor para o mRED, fornecendo indícios para a aceitação da hipótese alternativa H<sub>2</sub> (“O método mRED é mais eficiente para a ER em ambientes distribuídos do que o método de ER *ad hoc*”).

#### 5.4.1 Análise qualitativa

Na fase 4 do experimento (Coleta de dados finais), os Supervisores aplicaram um questionário para que os participantes respondessem sobre os pontos positivos, negativos, sugestões sobre o método que eles utilizaram e sobre a existência de fatores externos que podem ter influenciado na execução do experimento. Os resultados dos questionários estão apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 15 – Resultado do questionário da fase 4 do experimento.**

<b>Pontos positivos do método <i>ad hoc</i> de ER</b>		
Dupla 1	MA1	Comunicação sobre o problema.
	MA2	Discussão entre pessoas e a divisão de tarefas com consenso de todos.
Dupla 2	MA3	Discussão do problema.
	MA4	Possibilidade de comunicação e tomada de decisões sobre as tarefas com consenso da equipe.
<b>Pontos negativos do método <i>ad hoc</i> de ER</b>		
Dupla 1	MA1	Comunicação prejudicada e dificuldade em unir o trabalho feito separadamente, desorganização sem um método.
	MA2	Dificuldade para entender o que o colega estava querendo dizer.
Dupla 2	MA3	Dificuldades com a Ferramenta de apoio.
	MA4	Comunicação prejudicada por causa dos diferentes conhecimentos da equipe sobre o problema e falta de sincronização das tarefas.
<b>Sugestões para o método <i>ad hoc</i> de ER</b>		
Dupla 1	MA1	Sugestões para a Ferramenta de apoio.
	MA2	Conhecer o time previamente e ter uma estrutura de organização de tarefas.
Dupla 2	MA3	Sugestões para a Ferramenta de apoio.
	MA4	Utilizar vídeo para a comunicação sobre os diagramas.
<b>Pontos positivos do método mRED de ER</b>		
Dupla 3	Mm1	Construção colaborativa de modelos.

	Mm2	Facilidade de trabalho seguindo o roteiro sugerido pelo método.
Dupla 4	Mm3	Obtenção de um vocabulário comum através dos casos de uso do domínio.
	Mm4	Compartilhamento de diferentes visões para a construção dos modelos.
<b>Pontos negativos do método mRED de ER</b>		
Dupla 3	Mm1	Perda de tempo somente com a comunicação escrita.
	Mm2	Dificuldades para a comunicação pelo MSN.
Dupla 4	Mm3	Problemas com a comunicação pelo MSN.
	Mm4	Trabalho prejudicado devido ao problema no MSN.
<b>Sugestões para o método mRED de ER</b>		
Dupla 3	Mm1	Usar uma ferramenta colaborativa para gerar diagramas e ter um contato anterior com o time para facilitar a aproximação.
	Mm2	Descrever mais as atividades.
Dupla 4	Mm3	Usar meios de comunicação com vídeo e voz.
	Mm4	Usar outros meios de comunicação e conhecer o parceiro antes do experimento.
<b>Fatores externos influenciando o experimento</b>		
Dupla 1	MA1	Problemas na rede da universidade.
	MA2	Questões técnicas do notebook.
Dupla 2	MA3	Pouco tempo de execução do experimento.
	MA4	Distrações com o uso do MSN.
Dupla 3	Mm1	Problemas no funcionamento do MSN.
	Mm2	Pouco tempo na execução do experimento.
Dupla 4	Mm3	Nenhum.
	Mm4	Uso do MSN, uso da Ferramenta de apoio e pouco tempo de execução do experimento.

Os **pontos positivos citados para o mRED** incluem o estabelecimento de um vocabulário comum para a equipe, a organização e coordenação das atividades dos *stakeholders* e a construção colaborativa de modelos com diferentes visões dos participantes. Segundo a literatura da área, estes são aspectos que devem ser considerados à ER dos ambientes distribuídos. Nestes ambientes deve-se utilizar mecanismos para estabelecer o entendimento de termos e definições [LOP04][ARA08], coordenar as atividades dos envolvidos para evitar retrabalho [AUD07][HER07] e ainda, permitir o trabalho colaborativo das equipes [SEN06].

Os **pontos negativos citados para o mRED** são relacionados não ao método em si, mas sim as dificuldades enfrentadas pelo uso de uma ferramenta de comunicação somente escrita durante o experimento.

**Para o mRED sugeriu-se** melhorar a contextualização das atividades para facilitar o entendimento das mesmas, desenvolver uma ferramenta colaborativa para auxiliar a execução do método, permitir o contato prévio entre os participantes e utilizar meios de comunicação com vídeo ou áudio. Todas estas sugestões estão contempladas na Política de reutilização proposta, a qual traz detalhamentos das atividades do mRED, sugere funcionalidades para o Apoio ferramental do método, indica a necessidade de contatos no

início do projeto entre os *stakeholders* e o uso de determinados meios de comunicação para as atividades.

**Em relação ao método *ad hoc* de ER, os pontos positivos** incluem as decisões tomadas com consenso dos participantes sobre a divisão das tarefas. Isto condiz com o fato dos participantes estarem utilizando uma abordagem *ad hoc* onde eles definem suas tarefas e tomam decisões sem seguir um método específico. Além disto, como pontos positivos também foram citados aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento de software num ambiente distribuído, como a possibilidade de comunicação e discussão entre participantes mesmo havendo distâncias geográficas.

Como **pontos negativos do método *ad hoc***, as duplas citaram dificuldades para sincronizar e organizar as tarefas. Isto nos leva a concluir que em uma primeira análise a “liberdade” de decisão da equipe parece ser um ponto positivo, porém no momento de unir e gerar os resultados, esta falta de definições leva a dificuldades de organização da equipe em ambientes de DDS e problemas de comunicação, o que é condizente com a literatura da área [AUD07][HER07][DAM07].

As **sugestões para o método *ad hoc*** compreendem o uso de outros meios de comunicação que não só de escrita, um “primeiro contato” entre as duplas, a estruturação das tarefas de ER que deveriam ser realizadas e ainda, sugestões direcionadas a Ferramenta de apoio.

Os **fatores externos que podem ter atrapalhado a execução do experimento** incluem o problema ocorrido na rede da universidade parceira, o pouco tempo para a execução do experimento, dificuldades técnicas com o uso do *notebook* e da Ferramenta de apoio.

Esta análise qualitativa nos permitiu identificar que o mRED apresentou diversos pontos positivos relevantes à ER dos ambientes de DDS, como a definição de um vocabulário comum, a discussão e colaboração dos *stakeholders* sob diferentes pontos de vista e a coordenação das atividades. De fato, percebemos que um dos pontos negativos do uso do método *ad hoc* de ER é exatamente a falta de coordenação e organização das atividades dos envolvidos. Os pontos negativos do mRED relacionam-se diretamente a escolha do tipo de ferramenta utilizada durante o experimento e não ao método em si. As sugestões para o mRED estão contempladas na Política de reutilização proposta.

A análise (dos resultados do experimento e do questionário) apresenta indícios da maior eficiência do método mRED para a ER dos ambientes distribuídos em relação ao método *ad hoc*.

## 5.5 Reflexões sobre o método de pesquisa experimental

Nesta seção são apresentadas as lições aprendidas com a realização do experimento, as quais poderão futuramente auxiliar pesquisadores no planejamento e execução deste método de pesquisa.

**Considerar a comunicação entre os parceiros como um fator crítico de sucesso na etapa de Planejamento de um experimento distribuído:** O experimento realizado ocorreu num contexto distribuído. Foram necessários diversos contatos com a universidade parceira, incluindo explicações sobre o experimento, sobre o ambiente e ferramentas necessárias, definição dos participantes, local de realização, etc. Estes contatos ocorreram através de meios de comunicação assíncronos (email) e por isto, diversas vezes, tínhamos um intervalo de alguns dias entre perguntas e respostas.

**Dedicar maior esforço na análise de riscos durante as etapas de Planejamento e Operação do experimento:** O Planejamento de um experimento requer a definição de diversas questões. Num contexto distribuído envolvendo um número considerável de pessoas, imprevistos podem ocorrer. No experimento realizado, inicialmente foi definida uma data de execução e um determinado conjunto de participantes (da UEM e da PUCRS). Devido a um recesso acadêmico da universidade parceira foi necessário remarcar esta data, definir um novo conjunto de participantes, verificar a disponibilidade deles e aplicar novamente o Questionário inicial, o que acarretou num acréscimo do tempo de Planejamento.

Percebemos também que o tempo destinado a execução do experimento deveria ter sido maior. Ocorreram problemas na rede da universidade parceira e alguns participantes não conseguiram se comunicar com suas duplas na PUCRS durante 15 minutos, o que pode ter influenciado nos resultados. Sendo assim, eventuais imprevistos devem ser considerados quando executamos um experimento distribuído, visto sua dependência de ferramentas e meios de comunicação virtuais.

**Definir criteriosamente e testar previamente a métrica do experimento:** Inicialmente a métrica do experimento era composta da soma de requisitos definidos (especificados e modelados) mais os requisitos corretos (especificados e modelados) utilizando cada um dos métodos. Os participantes não conseguiram especificar e modelar todos os requisitos no tempo determinado para a execução do experimento, desta maneira esta métrica fez-se confusa, incapaz de demonstrar a eficiência dos métodos e houve a necessidade de repensá-la. Uma nova métrica foi construída após o experimento já ter ocorrido (eficiência = somatório da quantidade de requisitos corretos especificados

e/ou modelados pelas duplas utilizando cada um dos métodos), a qual conseguiu refletir a eficiência dos métodos.

**Considerar a análise estatística desejada para definir a quantidade de participantes do experimento:** A seleção dos participantes é diretamente relacionada com a possibilidade de generalização do experimento, por isso a quantidade de participantes deve ser representativa para a população a qual o experimento se destina. No experimento realizado obtivemos um baixo número de amostras (conforme descrito na seção 5.4 “Análise e interpretação dos resultados”) o que acarretou na impossibilidade de utilização de estatística para o teste de hipóteses do experimento. Desta maneira, para casos de experimentos distribuídos onde a métrica será aplicada nos grupos que representam o cenário de DDS, sugere-se definir a quantidade de participantes considerando a análise estatística desejada.

**Alocar tempo na preparação da execução do experimento, em especial do ambiente experimental:** A realização de um experimento de propostas de DDS envolve, no mínimo, dois ambientes distribuídos, ou seja, todas as necessidades para a execução de um experimento (participantes, local, ferramentas necessárias, configuração do ambiente, etc.) são “duplicadas”. No experimento realizado nos comunicamos por email com a universidade parceira para informar nossas necessidades e obtivemos auxílio na resolução de diversas destas questões. Entretanto para evitar mal-entendidos e tentar resolver possíveis imprevistos, houve necessidade de interagir presencialmente com a universidade parceira alguns dias antes da execução do experimento.

**Alocar tempo específico para os contatos e definições iniciais das equipes distribuídas durante a execução do experimento:** No experimento realizado percebemos a necessidade de acrescentar 15 a 20 minutos no início da execução (Fase 3), para as equipes se adicionarem no MSN e terem o primeiro contato, sem computar este tempo na execução do experimento. Neste momento as equipes estão somente se “conhecendo” e não buscando resolver o problema.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ER é uma das etapas do desenvolvimento de software de maior importância, visto que é nela onde ocorre a definição e identificação dos propósitos e funcionalidades do futuro sistema [SOM04]. Esta atividade requer constante comunicação e compreensão entre os *stakeholders* e apresenta diversos desafios (clientes com objetivos e perspectivas conflitantes, má interpretação dos requisitos, etc. [SOM04][NUS00]) que são acentuados em situações onde as equipes estão distribuídas geograficamente.

O DDS freqüentemente apresenta um cenário onde as equipes possuem dispersão geográfica (distância física), temporal (diferenças de fuso-horário) e diferenças socioculturais (idioma, costumes, comportamento, etc.) [AUD07]. Visto a natureza colaborativa da ER, ela é particularmente afetada nos ambientes distribuídos [DAM02][DAM07][SEN06] apresentando diversos desafios, entre eles: problemas de comunicação, falta de entendimento dos requisitos, de colaboração e objetivos comuns entre as equipes, diferenças culturais nacionais e organizacionais, dificuldades no gerenciamento de mudanças e conhecimento e ainda, falta de propostas específicas para a ER destes ambientes [EBL09].

Uma maneira de sistematizar a execução da ER é a adoção de uma proposta de reutilização [CHE07], mais especificamente da abordagem de LPS, a qual enfatiza a reutilização de requisitos através da identificação e reuso dos requisitos do domínio da empresa na construção dos produtos [CHA01][LIN07][POH98].

Neste sentido, este trabalho apresentou o método mRED que possibilita a reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS. Este método é composto de cinco disciplinas que incluem atividades que geram artefatos e são executadas por pessoas atribuídas de papéis. Além disto, propôs-se uma Política de reutilização que contém sugestões de ferramentas, técnicas e práticas propostas na literatura de DDS, para auxiliar a execução de cada uma das atividades do método.

Através da análise crítica dos trabalhos correlatos foi possível identificar a carência de propostas que considerem as necessidades para a interação e cooperação entre os *stakeholders* durante a ER nos ambientes distribuídos. Neste sentido, no método mRED buscou-se o foco nos aspectos colaborativos da ER nos ambientes de DDS através das seguintes atividades, artefatos e papéis:

- Atividade de obtenção de conhecimento através das experiências de reutilização;

- Atividade de estabelecimento de canais de comunicação e/ou edição compartilhada de documentos;
- Registro de experiências, compartilhando informações sobre o processo de reuso;
- Dicionário da LPS e Base Cultural de produtos, os quais são artefatos para auxiliar no entendimento do contexto da linguagem e ambiente das equipes de DDS;
- Papel do papel do Colaborador, o qual auxilia as interações entre os *stakeholders* distribuídos.

Além disto, algumas práticas propostas na Política de reutilização também possuem foco nos aspectos colaborativos, como a sugestão de interações presenciais para a apresentação das definições da LPS e dos artefatos do domínio e ainda, a sugestão de escolha de determinados meios de comunicação para facilitar a comunicação entre as equipes.

O mRED foi avaliado através de um experimento realizado em parceria entre as universidades UEM e PUCRS, apresentando indícios de que a sua eficiência é maior do que a eficiência do método *ad hoc* de ER para os ambientes distribuídos.

Sobre publicações desta pesquisa têm-se:

- Artigo publicado – *A systematic literature review of Requirements Engineering in Distributed Software Development environments* – no 11<sup>TH</sup> *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, realizado de 6 a 10 de maio de 2009 em Milão, Itália – Qualis Conferência Internacional A;
- Artigo publicado e apresentado – *Towards a requirements reuse method using Product Line in distributed environments* – no 12<sup>TH</sup> *Workshop on Requirements Engineering (WER)*, realizado de 16 a 17 de julho de 2009 em Valparaiso, Chile - Qualis Conferência Nacional C.
- Artigo submetido – mRED: Um método para a Engenharia de Requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software – no 13<sup>TH</sup> *Workshop on Requirements Engineering (WER)*, a ser realizado de 12 a 13 de abril de 2010 em Cuenca, Equador - Qualis Conferência Nacional C.

## 6.1 Contribuições

Este trabalho trouxe contribuições para a teoria, prática e pesquisadores de ES através (i) da realização de uma revisão sistemática que identificou as principais dificuldades e desafios da ER dos ambientes de DDS, apresentando oportunidades de pesquisa nesta área; (ii) da proposta do método mRED que define disciplinas, atividades, artefatos e papéis para reutilizar requisitos utilizando a abordagem de Linha de Produto de Software para auxiliar a ER dos ambientes distribuídos; e ainda (iii) da proposta de uma Política de reutilização para auxiliar a realização das atividades do mRED, contendo sugestões de práticas, ferramentas e técnicas apresentadas na literatura de DDS.

Além disto, como contribuição deste trabalho pode-se citar a avaliação da proposta através de um método experimental em um cenário de DDS, identificando os benefícios de sua utilização e ainda, a descrição detalhada, lições aprendidas e disponibilização da instrumentação do experimento realizado, permitindo que o mesmo seja replicado para novas avaliações do método mRED.

## 6.2 Limitações do trabalho

As limitações deste trabalho estão diretamente relacionadas as limitações ocorridas na avaliação do método mRED. No experimento realizado obteve-se um baixo número de amostra, o que impossibilitou a utilização de métodos estatísticos para a comprovação das hipóteses, optando-se por uma interpretação de base qualitativa para analisar os resultados obtidos. Esta interpretação apresentou indícios da maior eficiência do método mRED para a ER dos ambientes distribuídos, porém não permitiu a obtenção de conclusões com um grau de confiança significativo, o que é permitido através do uso de experimentos com análise estatística dos resultados.

Além disto como restrições deste trabalho, têm-se a generalidade do experimento considerada específica, as restrições de tempo para a conclusão desta pesquisa que não possibilitaram a replicação do experimento e ainda, têm-se as questões pertinentes a aplicação de um método pesquisa experimental, como a influência subjetiva do pesquisador ou dos participantes nos resultados.



### 6.3 Estudos futuros

A interpretação dos resultados do experimento (da execução e do questionário) apresentaram indícios favoráveis para o método mRED, indicando que ele é mais eficiente para a ER dos ambientes distribuídos do que o método *ad hoc* de ER comumente utilizado nestas empresas. Desta maneira, com o intuito de comprovar os indícios apresentados pelo método experimental, sugere-se como estudos futuros a replicação do experimento com uma amostra maior para avaliar o mRED, a qual permita uma validação estatística significativa para a obtenção de conclusões sobre as hipóteses. Além disto, sugere-se o desenvolvimento de uma ferramenta colaborativa que inclua as funcionalidades necessárias (descritas na Política de Reutilização) para auxiliar a execução do mRED.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ANT04] Antkiewicz, M. e Czarnecki, K. "FeaturePlugin: Feature Modeling Plug-In for Eclipse". In: OOPSLA Eclipse Technology eXchange Workshop, Vancouver – Canadá, 2004, pp. 67-72.
- [ARA06] Aranda, G. N.; Cechich, A.; Vizcaino, A.; Piattini, M.; Castro-Schez, J. J. "Cognitive-based rules as a means to select suitable groupware tools". In: 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Pekin, China, 2006, pp.418-423.
- [ARA08] Aranda, G. N.; Vizcaíno, A.; Cechich, A.; Piattini, M. "A Methodology for reducing geographical dispersion problems during Global Requirements elicitation". In: 11th Workshop on Requirements Engineering, Barcelona, Espanha, 2008.
- [ATK02] Atkinson, C.; Bayer, J.; Bunse, C.; Kamsties, E.; Laitenberger, O.; Laqua, R.; Muthig, D.; Paech, B.; Wüst, J.; Zettel, J. "Component-based Product Line Engineering with UML". Boston: Addison-Wesley Professional, 2002, 464 p.
- [AUD04] Audy, J.; Evaristo, R.; Watson-Manheim, M. B. "Distributed Analysis: The Last Frontier?". In: 37th Hawaii International Conference on System Sciences, 2004, Waikoloa, Havaí, pp.10010.2.
- [AUD07] Audy, J. L. N.; Prikładnicki, R. "Desenvolvimento Distribuído de Software: Desenvolvimento de Software com Equipes Distribuídas". Porto Alegre: Série Campus-SBC Editora Campus-Elsevier, 2007, 211 p.
- [BAB09] BABYLON. "Babylon Translation @ a click". Capturado em: <http://www.babylon.com/>. Setembro 2009.
- [BAS94] Basili, V. R.; Caldiera, G.; Rombach, H. D. "The Goal Question Metric Approach: Encyclopedia of Software Engineering". Nova Iorque: Wiley-Interscience, 1994, 578 p.
- [BER06a] Berenbach, B. "Impact of organizational Structure on Distributed Requirements Engineering Processes: Lessons Learned". In: 28th International Conference on Software Engineering, Xangai, China, 2006, pp. 15-19.
- [BER06b] Berenbach, B.; Gall, M. "Toward a Unified Model for Requirements Engineering". In: 5th International Conference on Global Software Engineering, Florianópolis, Brasil, 2006, pp. 237-238.
- [BHA06] Bhat, J. M.; Gupta, M.; Murthy, S. N. "Overcoming Requirements Engineering Challenges: Lessons from Offshore Outsourcing". *IEEE Software*, v. 23, n. 5, Set/Out 2006, pp. 38 – 44.
- [BIO05] Biolchini, J.; Mian, P.G.; Natali, A.C.C.; Travassos, G.H. "Systematic review in software engineering". Relatório Técnico, Systems Engineering and Computer Science Department, COPPE/UFRJ, 2005, 31 p.
- [BOE98] Boehm, B.; Egyed, A. "WinWin Requirements Negotiation Processes: A Multi-Project Analysis". In: 5th International Conference on Software Processes, Colorado, Estados Unidos, 1998.

- [BOS01] Bosch, J. "Software Product Lines: Organizational Alternatives". In: 23rd International Conference on Software Engineering, Toronto, Canadá, 2001, pp. 91-100.
- [BRA99] Braga, R.; Werner, C.; Mattoso, M. "Odyssey a Reuse Environment Based on Domain Models". In: 2nd IEEE Symposium on Application Specific System and Software Engineering Technology, Texas, Estados Unidos, 1999, pp. 50-57.
- [CAL05] Calefato, F.; Lanubile, F. "Using The Econference Tool For Synchronous Distributed Requirements Workshops". In: 1st International Workshop on Distributed Software Development, Texas, Estados Unidos, 2005, pp. 97-107.
- [CAR99] Carmel, Erran. "Global Software Teams - Collaborating Across Borders and Time Zones". Prentice Hall, 1999, 269 p.
- [CHA01] Chastek, G.; Donohoe, P.; Kang, K. C.; Thiel, S. "Product Line Analysis: A Practical Introduction". Relatório Técnico, Pittsburgh, SEI - Carnegie Mellon University, 2001, p. 67.
- [CHE07] Cheng, B. H. C.; Atlee, J. M. "Research Directions in Requirements Engineering". In: 29th International Conference on Software Engineering, 2007, Washington, Estados Unidos, pp. 285-303.
- [CHO07] Cho, H. "Requirement Management in Software Product Line". In: 2nd International Conference on Global Software Engineering, Munique, Alemanha, 2007.
- [CUB04] Cubranic, D.; Murphy, G. C.; Singer, J.; Booth, K. S. "Learning from Project History: A Case Study for Software Development". In: Computer Supported Cooperative Work, Chicago, Estados Unidos, 2004, pp. 82-91.
- [DAM02] Damian, D.; Zowghi, D. "The impact of stakeholders' geographical distribution on managing requirements in a multi-site organization". In: IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, California, Estados Unidos, 2002, pp. 319- 328.
- [DAM06] Damian, D.; Lanubile, F.; Mallardo, T. "The role of asynchronous discussions in increasing the effectiveness of remote synchronous requirements negotiations". In: 28th International Conference on Software Engineering, Xangai, China, 2006, pp. 917-920.
- [DAM07] Damian, D. "Stakeholders in Global Requirements Engineering: Lessons Learned from Practice". *IEEE Software*, v. 24, n. 2, Mar/Abr 2007, pp. 21 – 27.
- [EBL09] Ebling, T.; Audy, J. L. N.; Prikladnicki, R. "A systematic literature review of requirements engineering in distributed software development environments". In: 11th International Conference on Enterprise Information Systems, Milão, Itália, 2009, pp. 363-366.
- [ESP05] Espindola, R.; Lopes, L.; Prikladnicki R.; Audy, J. L. N. "Uma Abordagem Baseada em Gestão do Conhecimento para Gerência de Requisitos em Desenvolvimento Distribuído de Software". In: Workshop on Requirements Engineering, Cidade do Porto, Portugal, 2005, pp 87-99.
- [GAO02] Gao, J. Z.; Itaru, F.; Toyoshima, Y. "Managing Problems for Global Software Production – Experience and Lessons". *Information Technology*

*and Management*, v. 3, n. 1-2, Jan 2002, pp. 85 - 112.

- [GIM05] Gimenes, I. M. S.; Huzita, E. H. M. "Desenvolvimento Baseado em Componentes: Conceitos e Técnicas". Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2005, 304 p.
- [GOM04] Gomma, H. "Designing Software Product Lines with UML". Boston: Addison-Wesley Professional, 2004, 736 p.
- [HEI06] Heindl, M.; Biffi, S. "Risk Management with Enhanced Tracing of Requirements Rationale in Highly Distributed Projects". In: 28th International Conference on Software Engineering, Xangai, China, 2006, pp. 20-26.
- [HER07] Herbsleb, J. D. "Global Software Engineering: The Future of Socio-technical Coordination". In: 29th International Conference on Software Engineering, Mineápolis, Estados Unidos, 2007, pp. 188-198.
- [JAC05] Jacobs, J.; Moll, J.V.; Krausec, P.; Kusters, R.; Trienekens, J.; Brombacher, A. "Exploring defect causes in products developed by virtual teams". *Information and Software Technology*, 2005, pp. 399-410.
- [KIT04] Kitchenham, B. "Procedures for Performing Systematic Reviews". Relatório Técnico, Software Engineering Group, Department of Computer Science, Keele University, 2004, 33 p.
- [KOM07] Kommeren R.; Parviainen, P. "Philips experiences in global distributed software development". *Empirical Software Engineering*, v. 12, n.6, Dez 2007, pp. 647-660.
- [KOR07] Korkala, M.; Abrahamsson, P. "Communication in Distributed Agile Development: A Case Study". In: 33rd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Lubeck, Alemanha, 2007, pp. 203-210.
- [KOT98] Kotonya, G.; Sommerville, I. "Requirements Engineering: Processes and techniques". Nova Iorque: Wiley, 1998, 294 p.
- [LAG08] Laguna, M. A.; González-Baixauli, B. "Product Line Requirements: Multi-Paradigm Variability Models". In: Workshop on Requirements Engineering, Barcelona, Espanha, 2008, pp 211-216.
- [LAM98a] Lam, W. "A case-study of requirements reuse through product families". *Annals of Software Engineering*, v.5, 1998, pp. 253 – 277.
- [LAM98b] Lam, W.; Jones, S.; Britton, C. "Technology Transfer for Reuse: A Management Model and Process Improvement Framework". In: 3rd International Conference on Requirements Engineering: Putting Requirements Engineering to Practice, Colorado, Estados Unidos, 1998, pp. 233 - 240.
- [LAY06] Layman, L.; Williams, L.; Damian, D.; Bures, H. "Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team". *Information and Software Technology*, Set 2006, pp. 781-794.
- [LIN07] Linden, F. J. van der; Schmid, K.; Rommes, E. "Software Product Lines in Action: The Best Industrial Practice in Product Line Engineering". Nova Iorque: Springer-Verlag, 2007, 333 p.
- [LLO02] Lloyd, W. J.; Rosson, M. B.; Arthur, J. D. "Effectiveness of Elicitation

Techniques in Distributed Requirements Engineering”. In: IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, Califórnia, Estados Unidos, 2002, pp. 311-318.

- [LOP03] Lopes, L. T.; Audy, J. L. N. “Em busca de um modelo de referência para Engenharia de Requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software”. In: Workshop on Requirements Engineering, São Paulo, Brasil, 2003.
- [LOP04] Lopes, L. T. "Um Modelo de Processo de Engenharia de Requisitos para Ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software". Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, PUCRS, 2004, p.142.
- [MAB03] Maben, T. v. d. e Lichter, H. "RequiLine: A Requirements Engineering Tool for Software Product Lines”. In: 5th International Workshop Software Product-Family Engineering, Siena, Itália, 2003, pp. 168–180.
- [MAH98] Mahemoff, Michael J.; Johnston, Lorraine. “Software Internationalisation: Implications for Requirements Engineering”. In: Workshop on Requirements Engineering, Maringá, Brasil, 1998, pp. 83-90.
- [MAL07] Mallardo, T.; Calefato, F.; Lanubile, F.; Damian, D. “The Effects of Communication Mode on Distributed Requirements Negotiations”. In: International Conference on Global Software Engineering, Munique, Alemanha, 2007.
- [MIK06] Mikulovic, V.; Heiss, M. “How do I know what I have to do?”- The Role of the Inquiry Culture in Requirements Communication for Distributed Software Development Projects”. In: 28th International Conference on Software Engineering, Xangai, China, 2006, pp. 921 - 925.
- [NOO06] Noor, M. A.; Rabiser, R.; Grünbacher, P. "A Collaborative Approach for Reengineering-based Product Line Scoping". In: 1st International Workshop on Agile Product Line Engineering, Baltimore, Estados Unidos, 2006.
- [NUS00] Nuseibeh, Bashar; Easterbrook, Steve. “Requirements Engineering: A Roadmap”. In: Conference on The Future of Software Engineering, Limerick, Irlanda, 2000, pp. 35 - 46.
- [ODY09] ODYSSEY. “Laboratório de Engenharia de Software COPPE UFRJ Equipe de reutilização de software”. Capturado em: <http://reuse.cos.ufrj.br/site/pt/>. Outubro 2009.
- [PAU04] Paulish, D. J. "Product Line Engineering for Global Development". In: 3rd Software Product Line Conference, Boston, Estados Unidos, 2004.
- [POH98] Pohl, K.; Böckle, G.; Linden, F. J. van der. "Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Technique". Nova Iorque: Springer, 1998, 468 p.
- [PRE01] Pressman, R. S. “Software Engineering: a practitioner’s approach”. Nova Iorque: McGraw Hill, 2001, 860 p.
- [PRI06] Prikladnicki, R.; Audy, J. L.N. ”Uma Análise Comparativa de práticas de Desenvolvimento Distribuído de Software no Brasil e no exterior”. In: XX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Florianópolis, Brasil, 2006, p. 255-270.

- [SAN06] Sangwan, R.; Bass, M.; Mullick, N.; Paulish, D. J.; Kazmeier, J. "Global Software Development Handbook". Boston: Auerbach Series on Applied Software Engineering Series, 2006, 288 p.
- [SCH06] Schmid, K.; Krennrich, K. e Eisenbarth, M. "Requirements Management for Product Lines: Extending Professional Tools". In: 10th International Software Product Line Conference, Baltimore, Estados Unidos, 2006, pp.113-122.
- [SEI09] SEI. "A Framework for Software Product Line Practice, version 5". Capturado em: <http://www.sei.cmu.edu/productlines/framework.html>. Julho 2009.
- [SEN06] Sengupta, B.; Sinha, V.; Chandra, S. "A Research Agenda for Distributed Software Development". In: 28th International Conference on Software Engineering, Xangai, China, 2006, pp. 731-740.
- [SEY05] Seyff, N.; Hoyer, C.; Kroiher, E.; Grünbacher, P. "Enhancing GSS-based Requirements Negotiation with Distributed and Mobile Tools". In: 14th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise, Groningen, Holanda, 2005, pp. 87 - 92.
- [SIN06] Sinha, V.; Sengupta, B. "Enabling Collaboration in Distributed Requirements Management". *IEEE Software*, v. 23, n. 5, Set 2006, pp.52 – 61.
- [SYS09] SYSIPHUS. "Sysiphus goes Eclipse". Capturado em: <http://sysiphus.in.tum.de/>. Outubro 2009.
- [SOM97] Sommerville, I.; Sawyer, P. "Requirements Engineering: A good practice guide". Massachusetts: Addison Wesley, 1997, 404 p.
- [SOM04] Sommerville, I. "Software Engineering". Addison-Wesley, 2004, 784 p.
- [THU07a] Thurimella, A. K.; Wolf, T. "Issue-based Variability Modeling". In: International Conference on Global Software Engineering, Munique, Alemanha, 2007.
- [THU07b] Thurimella, A. K.; Bruegge, B. "Evolution in Product Line Requirements Engineering: A Rationale Management Approach". In: 15th IEEE International Requirements Engineering Conference, Nova Deli, India, 2007, pp.254-257.
- [TRA02] Travassos, G.H.; Gurov, D.; Amaral, G. "Introdução a Engenharia de Software Experimental". Relatório Técnico, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, 2002, 66 p.
- [WER99] Werner, C.M.L.; Mattoso, M.; Braga, R.; Barros, M.; Murta, L. e Dantas, A. "Odyssey: Infra-estrutura de Reutilização baseada em Modelos de Domínio", In: XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Caderno de Ferramentas, Florianópolis, Brasil, 1999, pp.17-20.
- [WER03] Werner, C.; Mangan, M.; Murta, L.; Pinheiro, R.; Mattoso, M.; Braga, R.; Borges, M. "OdysseyShare: an Environment for Collaborative Component-Based Development". In: IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, Las Vegas, Estados Unidos, 2003, pp. 61-68.
- [WOH00] Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M. C.; Regnell, B.; Wesslén, A. "Experimentation in Software Engineering: An introduction". Kluwer

Academic Publishers, 2000, 204 p.

[ZOW02]

Zowghi, D. "Does global software development need a different requirements engineering process?". In: International Conference on Software Engineering, Buenos Aires, Argentina, 2002.

## APÊNDICE A – PROTOCOLO RESUMIDO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A Revisão Sistemática da Literatura realizada baseou-se nos guias propostos por Biolchini et al [BIO05] e Kitchenham [KIT04], os quais a estruturam nas seguintes etapas:

### **Formulação das questões**

O principal objetivo da RSL foi identificar os principais desafios e dificuldades da ER dos ambientes de DDS, bem como identificar as propostas existentes que visam amenizá-las ou solucioná-las. Para tanto, formularam-se as seguintes questões:

- Questão de pesquisa 1: Quais as principais dificuldades e desafios encontrados em ambientes de DDS, no que se refere à Engenharia de Requisitos?
- Questão de pesquisa 2: Quais são os métodos, modelos, técnicas e abordagens existentes para Engenharia de Requisitos em ambientes de DDS?
- Questão de pesquisa 3: Quais são as ferramentas existentes para Engenharia de Requisitos em ambientes de DDS?

### **Seleção de fontes**

Foram utilizadas as seguintes fontes para a busca de estudos: *Association for Computing Machinery (ACM) Digital Library*, *IEEEExplore*, *SpringerLink* e *ScienceDirect*. A *string* de busca foi construída utilizando expressões lógicas, palavras-chave e sinônimos baseados nas questões de pesquisa.

### **Seleção de estudos**

Primeiramente realizou-se a busca dos estudos nas fontes através das *strings* formuladas. Depois desta etapa, ocorreu a leitura do título e *abstract* de todos os artigos retornados para identificar estudos primários potenciais. Então, ocorreu a leitura de todo o conteúdo dos estudos primários, considerando relevantes somente aqueles que continham informações relativas a alguma das três questões de pesquisa.

### **Extração de dados**

Foram considerados 22 artigos na extração de dados. Destes foram realizadas a análise quantitativa e qualitativa, a fim de responder as três questões de pesquisa.

### **Sumarização dos resultados**

A tabela a seguir apresenta a sumarização dos resultados da RSL realizada:



Desafios	Referências	Tipo de estudo	Foco empírico	Modelo de DDS
<b>Métodos, modelos, técnicas e abordagens</b>				
Problemas de comunicação	[DAM06]	Empírico	Validação	Offshore outsourcing
	[MIK06]	Relato industrial	Proposta	Não definido
	[ARA06]	Empírico	Proposta	Não definido
	[KOR07]	Empírico	Proposta	Não definido
	[LAY06]	Empírico	Proposta	Offshore
Falta de entendimento comum dos requisitos	[HEI06]	Empírico	Proposta	Offshore insourcing
	[BER06b]	Empírico	Proposta	Offshore outsourcing
Falta de colaboração	X	X	X	X
Falta de objetivos comuns	X	X	X	X
Diferenças culturais (nacionais e organizacionais)	X	X	X	X
Dificuldades no gerenciamento de mudanças	X	X	X	X
Dificuldades no gerenciamento de conhecimento	X	X	X	X
Falta de técnicas e ferramentas específicas	[LLO02]	Experimento	Proposta	Não definido
<b>Ferramentas</b>				
Dificuldades no gerenciamento de conhecimento	[CUB04]	Empírico	Validação	Não definido
Falta de objetivos comuns/ Diferenças culturais (nacionais e organizacionais)	[SEY05]	Empírico	Validação	Não definido
Dificuldades de comunicação/Falta de entendimento comum dos requisitos/Dificuldades no Gerenciamento de mudanças e de conhecimento	[SIN06]	Empírico	Validação	Não definido
Dificuldades de comunicação/Falta de colaboração	[CAL05]	Empírico	Validação	Não definido

De acordo com a RSL verificamos que os principais desafios e dificuldades da ER identificados incluem: problemas de comunicação, falta de entendimento dos requisitos, de colaboração, de objetivos comuns e diferenças culturais entre as equipes, dificuldades no gerenciamento de mudanças e de conhecimento, e ainda falta de propostas específicas para a ER dos ambientes de DDS. Analisando a tabela também podemos percebermos que:

- Existe uma tendência de propostas relacionadas a problemas de comunicação (58%);
- A maioria de propostas são estudos empíricos (83%);
- Todas as propostas possuem foco empírico, para propor ou validar o estudo;
- A maioria dos estudos não descreve o modelo de DDS para o qual é endereçado (66%);
- Diversos dos principais desafios identificados não são o foco de nenhum método, modelo, técnica ou abordagem proposta.

Maiores detalhes da RSL realizada são apresentados em [EBL09].

## APÊNDICE B – FERRAMENTA DE APOIO

Esta ferramenta foi utilizada para coletar dados sobre o método de ER executado pelos participantes do experimento. Possui um sistema de *login*, existindo diferentes funcionalidades para as equipes que utilizaram o método *ad hoc* e o método mRED.

A figura a seguir apresenta a tela da ferramenta, visualizada pelas duplas que utilizaram o método de ER *ad hoc*:



Para duplas que utilizaram o método *ad hoc*, a ferramenta apresenta um quadro com “Lembretes” contendo informações úteis ao participante sobre o experimento e um botão “Adicionar atividade”, o qual dá acesso ao seguinte formulário:

**Adicionar Dados**

Atividade Histórico

Preencha a descrição da atividade.

Título

Descrição

Cancelar Adicionar

**Adicionar Dados**

Atividade Histórico

Título	Descrição	Ação
Título	Descrição	Remover

Cancelar Adicionar

Neste formulário o participante descreve as atividades de ER executadas por ele (aba Atividade) e ainda, pode visualizar e/ou excluir os registros inseridos (aba Histórico).

A figura a seguir apresenta a tela da ferramenta, visualizada pelas duplas que utilizaram o método mRED:

PUC-RS  
Porto Alegre / RS

PRINCIPAL INICIAR

## LPS & DDS

MÉTODO PARA A CRIAÇÃO DE AMBIENTES DE DDS

Método de reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS.

No quadro ao lado você pode visualizar alguns lembretes que contém informações úteis ao participante. Estes lembretes devem ser lidos antes do experimento.

Abaixo é possível visualizar um roteiro que indicará ao participante as atividades da ER que devem ser executadas durante o experimento. O roteiro também contém sugestões para cada atividade.

Ao término de cada uma das atividades da ER, cada um dos participantes deverá descrever as experiências vivenciadas por eles. Para cadastrar esta descrição basta o participante clicar sobre a atividade do roteiro.

### LEMBRETES LPS & DDS

- 1 Ferramentas do experimento
- 2 Interações durante o experimento
- 3 Apoio do Colaborador e do Supervisor
- 4 Duração do experimento
- 5 Envio dos resultados
- 6 Descrição das atividades da equipe
- 7 Reutilização de requisitos

Se forem reutilizados requisitos do domínio na construção dos requisitos do produto, deve-se identificar o requisito do domínio que foi reutilizado e o tipo de reuso (direto ou indireto).

**ATIVIDADE**

**DESCRIÇÃO**

**COLTAR CARACTERÍSTICAS E REQUISITOS DO PRODUTO, REUTILIZAR REQUISITOS DO DOMÍNIO**

Nesta atividade são coletados os requisitos do cliente e analisa-se a possibilidade de reutilização de requisitos do domínio na construção do produto. As possibilidades de reutilização são: (i) Reuso direto, onde o requisito do domínio pode ser reutilizado sem modificações; (ii) Reuso indireto, onde o requisito do domínio pode ser reutilizado com algumas modificações; (iii) Sem possibilidade de reuso de requisitos do domínio.

**SUGESTÃO**

Sempre que possível reutilizar de modo direto os requisitos do domínio; se não for possível o reuso direto deve-se buscar a reutilização indireta, criando pontos de variação e variantes nos requisitos do domínio.

**Roteiro**

Copyright 2009 © Thais Ebling. All rights reserved.

Para duplas que utilizaram o mRED, a ferramenta apresenta um quadro com “Lembretes” contendo informações úteis ao participante sobre o experimento e um roteiro que descreve as atividades da ER propostas pelo método. Clicando no nome da atividade (descrita no roteiro), a ferramenta apresenta o seguinte formulário:

The image displays two side-by-side screenshots of a web application window titled "Adicionar Dados".

The left screenshot shows the "Atividade" tab selected. It contains a text input field labeled "Descrição" with a placeholder text "Preencha a descrição da atividade." Below the input field are two buttons: "Cancelar" and "Adicionar".

The right screenshot shows the "Histórico" tab selected. It displays a table with the following structure:

Descrição	Ação
descrição da atividade	<input type="button" value="Remover"/>

Below the table are two buttons: "Cancelar" and "Adicionar".

Neste formulário o participante descreve como executou as atividades de ER propostas pelo método mRED (aba Atividade) e ainda, pode visualizar e/ou excluir os registros inseridos (aba Histórico).

## APÊNDICE C – FUTURO SISTEMA

### Especificação do Futuro Produto

**1. Nome do cliente:** Escola particular de primeiro e segundo grau Instituto Educacional

**2. Descrição dos usuários do sistema:** Os usuários do sistema são:

- Alunos da escola, de primeiro e segundo graus;
- Funcionários da biblioteca.

**3. Descrição detalhada dos processos existentes:** A biblioteca da escola possui obras literárias do tipo livros e revistas, divididos nas categorias literatura e didáticos (matemática, geografia, português, etc).

Atualmente o controle de empréstimos e devoluções da biblioteca da escola é feito manualmente. Para as obras retiradas, o bibliotecário anota em uma Etiqueta (existente em cada obra literária) qual a data de retirada e qual será a data de entrega, além de anotar em um Caderno de registros:

- Obras didáticas têm prazo de entrega de 10 dias;
- As demais categorias de obras têm prazo de entrega de 5 dias;

Para as obras devolvidas, o bibliotecário procura o registro de empréstimo no Caderno de registros e a risca, sinalizando que a mesma foi devolvida. Semanalmente o bibliotecário analisa este Caderno para ver se existem obras com atraso e entra em contato com o aluno para que o mesmo a entregue:

- Obras didáticas têm multa de 1 real por dia de atraso;
- As demais categorias de obras têm multa de 0,50 centavos por dia de atraso;

### 4. Descrição do futuro produto:

O aluno pode locar obras e deve devolvê-las ao bibliotecário, deve-se cobrar multa se as obras forem devolvidas com atraso. Prazos e valores mantêm-se os mesmos adotados pela escola.

O aluno pode consultar seus empréstimos ainda não devolvidos e nesta consulta o aluno poderá renová-las. Obras de categoria didática têm prazo de renovação de 10 dias e demais categorias de obras tem prazo de renovação de 5 dias.

O sistema deve permitir ao bibliotecário a geração de um relatório mensal de locações, contendo as obras mais locadas no mês, para que a partir disto eles avaliem a possibilidade de realizar palestras relativas à estas obras.

O bibliotecário deve manter o cadastro de alunos, bibliotecários e obras literárias.

#### \*. Aos Engenheiros de requisitos

Deve-se criar um **Modelo de casos de uso** do futuro sistema, contendo o diagrama e as especificações textuais dos casos de uso. Segue a estrutura da especificação textual dos casos de uso que deve ser adotada:

<i>Identificação</i>	
<i>Caso de Uso</i>	
<i>Descrição</i>	
<i>Ator(es)</i>	
<i>Pré-Condições</i>	
<i>Cenário de Sucesso Principal</i>	
<i>Ação do ator</i>	<i>Resposta do Sistema</i>
<i>Subseções</i>	
<i>Pós-condições</i>	

## APÊNDICE D – MODELO DE CASOS DE USO DO DOMÍNIO

Para a modelagem de variabilidade da LPS com casos de uso utilizou-se a abordagem de Gomma [GOM04].



1. CASOS DE USO DO DOMÍNIO	
<b>1.1. Caso de uso Atualizar bibliotecário</b>	
<b>Identificação</b>	UC1
<b>Caso de Uso</b>	Atualizar bibliotecário
<b>Descrição</b>	O sistema deve permitir a inclusão, alteração, exclusão e consulta dos bibliotecários.
<b>Ator(es)</b>	Bibliotecário
<b>Categoria de reutilização</b>	Obrigatório
<b>Pré-Condições</b>	Para operações de alteração e exclusão, o bibliotecário deve estar cadastrado no sistema.
<b>Cenário de Sucesso Principal</b>	
<b>Ação do ator</b>	<b>Resposta do Sistema</b>
1 Este caso de uso inicia quando o bibliotecário abre o formulário de cadastro de bibliotecários, clicando no respectivo botão do sistema	2 O sistema abre o formulário de cadastro de bibliotecários
3 O bibliotecário informa a opção desejada: 3.1 Se a opção for consulta, ver subseção Consulta 3.2 Se a opção for inserção, ver subseção Inserção 3.3 Se a opção for alteração, ver subseção Alteração 3.4 Se a opção for exclusão, ver subseção Exclusão	
<b>Subseções</b>	
<b>Subseção Consulta</b>	
1 O sistema apresenta os dados de todos os bibliotecários cadastrados	
<b>Subseção Inserção</b>	
1 O sistema abre o formulário de inserção 2 O bibliotecário operador do sistema insere os dados do bibliotecário que está sendo inserido: nome, endereço, cidade, estado, telefone, email, documento de identificação e data de nascimento 3 O sistema gera um código e senha para o bibliotecário	
<b>Subseção Alteração</b>	
1 O sistema abre o formulário de alteração 2 O bibliotecário operador de sistema pesquisa o bibliotecário que deseja alterar 3 O bibliotecário operador de sistema insere os novos dados do bibliotecário 4 O sistema grava os dados inseridos	
<b>Subseção Exclusão</b>	
1 O sistema abre o formulário de exclusão 2 O bibliotecário operador de sistema pesquisa o bibliotecário que deseja excluir 3 O bibliotecário operador de sistema clica no botão para excluir o bibliotecário 4 O sistema grava a exclusão do bibliotecário	
<b>Pós-condições</b>	No final do caso de uso a operação desejada pelo bibliotecário operador de sistema (inclusão, alteração, exclusão ou consulta) terá sido executada.
<b>1.2. Caso de uso Atualizar obra</b>	
<b>Identificação</b>	UC2
<b>Caso de Uso</b>	Atualizar obra

<b>Descrição</b>	O sistema deve permitir a inclusão, alteração, exclusão e consulta das obras
<b>Ator(es)</b>	Bibliotecário
<b>Categoria de reutilização</b>	Obrigatório
<b>Pré-Condições</b>	Para operações de alteração e exclusão, a obra deve estar cadastrada no sistema.
<b>Cenário de Sucesso Principal</b>	
<b>Ação do ator</b>	<b>Resposta do Sistema</b>
1 Este caso de uso inicia quando o bibliotecário abre o formulário de cadastro de obras, clicando no respectivo botão do sistema	2 O sistema abre o formulário de cadastro de obras
3 O bibliotecário informa a opção desejada: 3.1 Se a opção for consulta, ver subseção Consulta 3.2 Se a opção for inserção, ver subseção Inserção 3.3 Se a opção for alteração, ver subseção Alteração 3.4 Se a opção for exclusão, ver subseção Exclusão	
<b>Subseções</b>	
<b>Subseção Consulta</b> 1 O sistema apresenta os dados de todas as obras cadastradas	
<b>Subseção Inserção</b> 1 O sistema abre o formulário de inserção 2 O bibliotecário insere os dados da obra: ISBN, título, tipo da obra (livro ou revista), categoria (literatura ou didáticos: matemática, geografia, português, etc), autores, data da publicação, número de edição, editora, número de páginas e status como "Disponível" 3 O sistema gera um código para a obra cadastrada	
<b>Subseção Alteração</b>	

1 O sistema abre o formulário de alteração	
2 O bibliotecário pesquisa a obra que deseja alterar	
3 O bibliotecário insere os novos dados da obra	
4 O sistema grava os dados inseridos	
<b>Subseção Exclusão</b>	
1 O sistema abre o formulário de exclusão	
1 O bibliotecário pesquisa a obra que deseja excluir	
3 O bibliotecário clica no botão para excluir a obra	
4 O sistema grava a exclusão	
<b>Pós-condições</b>	No final do caso de uso a operação desejada pelo bibliotecário (inclusão, alteração ou exclusão) terá sido executada.

### 1.3. Caso de uso Devolver obra

<b>Identificação</b>	UC3
<b>Caso de Uso</b>	Devolver obra
<b>Descrição</b>	O sistema deve permitir que o aluno devolva a obra para a biblioteca.
<b>Ator(es)</b>	Bibliotecário
<b>Categoria de reutilização</b>	Obrigatório
<b>Pré-Condições</b>	O Aluno deve ter locado alguma obra.
<b>Cenário de Sucesso Principal</b>	
<b>Ação do ator</b>	<b>Resposta do Sistema</b>
1 Este caso de uso inicia quando o bibliotecário insere no sistema o código do aluno e o código da obra que o	2 <b>Extend</b> (obra atrasada) Calcular multa

aluno está devolvendo	
	3 O sistema registra os dados da devolução da obra e atualiza o status da obra como "Disponível"
<b>Subseções</b>	
<b>Pós-condições</b>	No final do caso de uso o aluno terá devolvido a obra.

### 1.4. Caso de uso Calcular multa

<b>Identificação</b>	UC4
<b>Caso de Uso</b>	Calcular multa
<b>Descrição</b>	O sistema deve calcular a multa se a obra possuir atraso na devolução.
<b>Ator(es)</b>	
<b>Categoria de reutilização</b>	Obrigatório Ponto de variação (cálculo da multa) Opcional Variante Cálculo com valor fixo (XOR Cálculo com valor do tipo da obra) Opcional Variante Cálculo com valor do tipo da obra (XOR Cálculo com valor fixo)
<b>Pré-Condições</b>	O Aluno deve estar devolvendo uma obra com atraso.
<b>Cenário de Sucesso Principal</b>	
<b>Ação do ator</b>	<b>Resposta do Sistema</b>
	1 (cálculo da multa): 1.1 Se o cálculo for com valor fixo, ver subseção Cálculo com valor fixo

	1.2 Se o cálculo for com valor do tipo da obra, ver subseção Cálculo com valor do tipo da obra
	2 O sistema apresenta na tela o valor da multa
<b>Subseções</b>	
<b>Subseção Cálculo com valor fixo</b>	
1 O sistema calcula a multa da obra utilizando um valor diário fixo (valor diário * dias de atraso)	
<b>Subseção Cálculo com valor do tipo da obra</b>	
1 O sistema calcula a multa utilizando o valor do tipo da obra (valor diário para tipo de obra * dias de atraso)	
<b>Pós-condições</b>	No final do caso de uso o sistema terá calculado a multa para a obra devolvida em atraso.

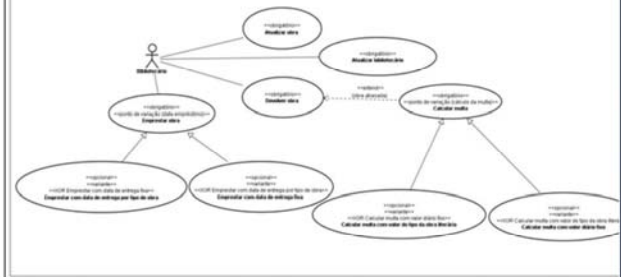
### 1.5. Caso de uso Empréstimo obra

<b>Identificação</b>	UC5
<b>Caso de Uso</b>	Empréstimo obra
<b>Descrição</b>	O sistema deve permitir o empréstimo das obras para o aluno.
<b>Ator(es)</b>	Bibliotecário
<b>Categoria de reutilização</b>	Obrigatório Ponto de variação (data empréstimo) Opcional Variante Empréstimo com

	data de entrega por tipo de obra (XOR Emprestar com data de entrega fixa) Opcional Variante Emprestar com data de entrega fixa (XOR Emprestar com data de entrega por tipo de obra)
<b>Pré-Condições</b>	
<b>Cenário de Sucesso Principal</b>	
<b>Ação do ator</b>	<b>Resposta do Sistema</b>
1 Este caso de uso inicia quando o bibliotecário insere no sistema o código do aluno e o código da obra que o aluno deseja locar	2 <b>(data empréstimo)</b> 2.1 Se o empréstimo for com data de entrega fixa, ver subseção Empréstimo com data de entrega fixa 2.2 Se o empréstimo for com data de entrega por tipo da obra, ver subseção Empréstimo com data de entrega por tipo da obra
	3 O sistema insere a data prevista para devolução da obra e atualiza o status da obra como "Emprestada até determinada data".
<b>Subseções</b>	
<b>Subseção Empréstimo com data de entrega fixa</b>	
1 O sistema atualiza a data de entrega da obra com data de entrega fixa	
<b>Subseção Empréstimo com data de entrega por tipo da obra</b>	
1 O sistema atualiza a data de entrega de acordo com o tipo da obra	

<b>Pós-condições</b>	No final do caso de uso o aluno terá locado a obra.
----------------------	---

**2. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DO DOMÍNIO**





## APÊNDICE E – APRESENTAÇÃO PARA EQUIPES QUE UTILIZARAM O MÉTODO AD HOC DE ER

### APRESENTAÇÕES ÁREAS DE PESQUISA E EXPERIMENTO

Noções básicas das áreas envolvidas na pesquisa e dos assuntos envolvidos no experimento

### Agenda

- Áreas de pesquisa
  - Desenvolvimento Distribuído de Software
  - Engenharia de requisitos
- Experimento
  - Definições do experimento
  - Ferramentas utilizadas durante o experimento
  - Empresa

### DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE (DDS)

### Surgimento do DDS

- O crescimento da importância dos SI dentro das organizações
- A globalização
- Idéia de terceirização de serviços

↓

Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS)

- DDS pode ser
  - Dispersão de pessoas E / OU Dispersão de etapas do desenvolvimento
- Distância geográfica entre as pessoas pode ser entre estados, países e até continentes

### Benefícios e Desafios do DDS

- Benefícios do DDS
  - Custo mais baixo e disponibilidade de mão de obra
  - Acessibilidade a recursos globais
  - Desenvolvimento follow-the-sun (24 horas de desenvolvimento)
- Desafios do DDS
  - Falta de confiança, de espírito de equipe e de liderança entre pessoas
  - Diferença culturais entre equipes
  - Diferença de fuso-horário
  - Estilo de comunicação diferentes entre equipes
  - Falta de conhecimento do andamento do projeto
  - Gestão de configuração
  - Engenharia de requisitos
  - Falta de tecnologia de colaboração e comunicação adequadas a estes ambientes.

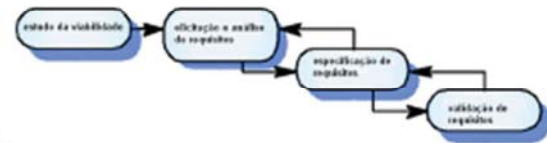
### Desenvolvimento Distribuído de Software

- Desenvolvimento de software por equipes distantes geograficamente
  - Não é hardware distribuído, são pessoas !!
- O DDS é uma tendência nas empresas de desenvolvimento de software
  - Dell, IBM, ...
- Provou ser uma abordagem eficiente e vantajosa
- Apresenta diversos desafios para as organizações, além dos já conhecidos relacionados ao desenvolvimento de software

# ENGENHARIA DE REQUISITOS (ER)

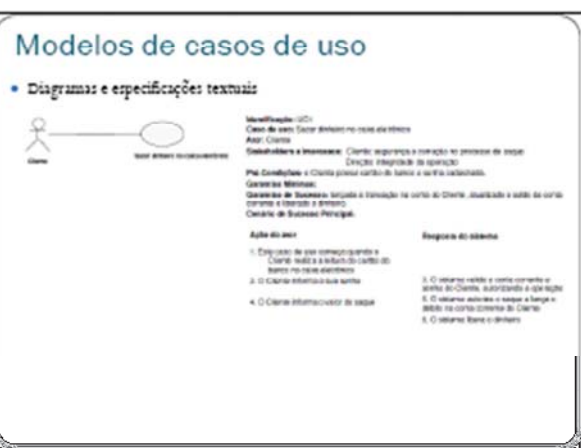
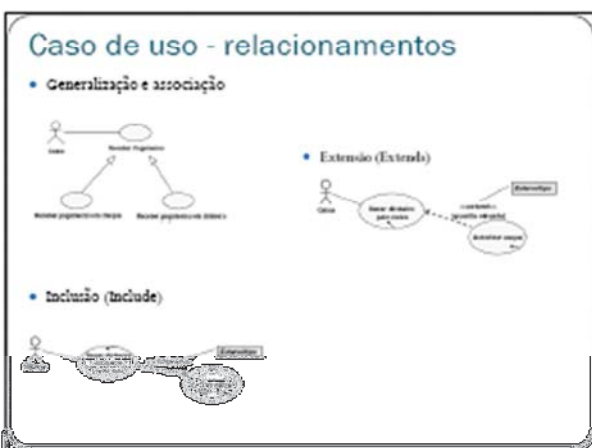
## Engenharia de requisitos (ER)

- Requisitos são objetivos ou restrições estabelecidas por clientes e usuários que definem as diversas propriedades desejadas do sistema
- Processo de descobrir, analisar, documentar e verificar os requisitos de software
- Quatro atividades genéricas
  - +Gerenciamento



- ### Etapas da ER
- Estudo da viabilidade
    - Através do estudo de viabilidade se decide se o desenvolvimento do sistema ou requisito é viável para a empresa
  - Elicitação e análise
    - Nesta atividade os requisitos desejados do sistema são obtidos através dos clientes/usuarios e são analisados
  - Especificação
    - Atividade de descrever os requisitos de software
  - Validação
    - Atividade para garantir que os requisitos realmente definem o sistema que o cliente deseja
  - Gerenciamento
    - Controle e gerência das mudanças nos requisitos

- ### Documentação de requisitos - Casos de uso
- Casos de uso - Linguagem UML
    - Descrevem uma seqüência de ações que o sistema deve executar para produzir um resultado que atenda as necessidades do ator
    - Visão do usuário do sistema
  - Diagrama de Casos de Uso é composto por
    - Casos de Uso
    - Atores
    - Relações de associação, dependência e generalização



## Engenharia de Requisitos em DDS

- ER é uma atividade de cooperação, colaboração e comunicação constante entre os stakeholders
- ER apresenta novos desafios em ambientes de DDS
  - Problemas de comunicação, falta de entendimento, de objetivos comuns e dificuldades de colaboração entre equipes
  - Diferenças culturais
  - Dificuldades no gerenciamento de mudanças e de conhecimento sobre requisitos
  - Falta de propostas endereçadas a ER em DDS

## Definições do experimento

## Experimento

*Investigação experimental de uma hipótese testável onde as condições são especificadas para isolar as variáveis de interesse e testar como elas afetam alguns resultados mensuráveis*

## Com este experimento pretende-se

*Investigar a Engenharia de requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software*

## Operação

- Envolvidos no Experimento
  - 2 Supervisores (Thais e Ana Paula)
  - 1 Colaborador (Rafael)
  - 8 Engenheiros de requisitos (4 da PUCRS e 4 da UEM)
- TOTAL = 11 envolvidos

## Fases do experimento

- Fase 1 – Coleta de dados iniciais
  - Informações demográficas e do conhecimento dos participantes sobre os temas envolvidos na pesquisa
- Fase 2 – Apresentações
  - Apresentações sobre temas de pesquisa e sobre o experimento
- Fase 3 – Execução
  - Divulgação do problema a ser resolvido (requisitos do cliente)
- Fase 4 – Coleta de dados finais
  - Questionário para coletar as impressões dos participantes sobre o experimento

### Interação entre os envolvidos e resultados da Fase 3 - Execução

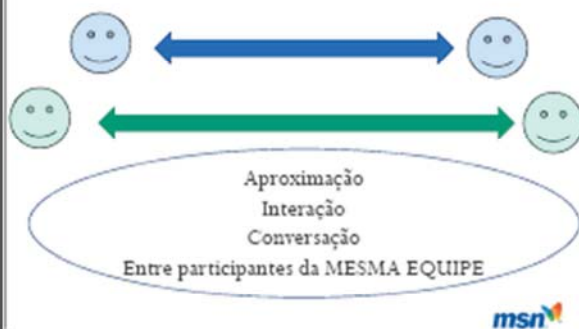
- Interação entre os envolvidos
  - Equipes poderão interagir com Thais e Ana Paula (Supervisores presentes nos centros distribuídos)
  - Engenheiros de requisitos DA MESMA EQUIPE poderão interagir por chat
  - Equipes poderão interagir com Rafael por chat (Colaborador)
- Resultados da execução
  - 1 Modelo de casos de uso (diagrama e especificações textuais dos casos de uso) que os participantes irão enviar à Thais
  - Dados da ferramenta de apoio que os participantes deverão inserir durante a execução do experimento

### Fase 3 - Execução (cenário)



### FERRAMENTAS UTILIZADAS NA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO (JUDE, MSN E DE APOIO)

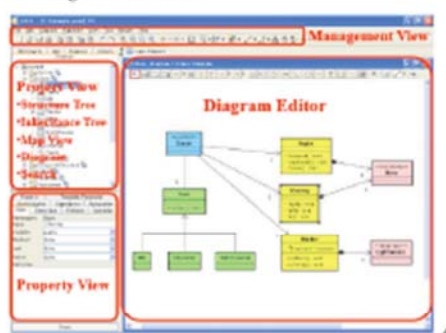
### MSN



### JUDE



- Ferramenta case - Diagramas da UML



### Criação de projetos/diagramas

- 1) Criando um projeto: File -> New



- 2a) Criando Modelo de caso de uso -

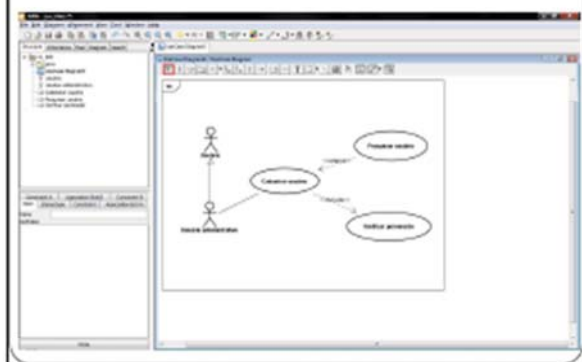
Clique com direito do mouse no título do projeto



- 2b) Clique no Menu Diagram



## Diagrama de caso de uso

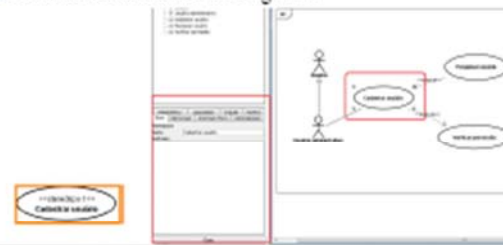


## Diagrama de caso de uso

- Painel usado para adicionar os elementos do diagrama



- Atributos do elemento do diagrama



## Ferramenta de apoio

- Tem como principal objetivo coletar dados sobre a execução do experimento
- <http://lp-dds.appspot.com/>
  - Acesso: Login e senha do gmail do participante

## Ferramenta de apoio

- Tela inicial



## Ferramenta de apoio

- Lembretes
  - Informações úteis ao participante
- Adicionar atividade
  - Cadastro das atividades da ER executadas pelo participante



## Ferramenta de apoio

- Adicionar atividade da ER
  - Título da atividade
  - Descrição da atividade
  - Botão adicionar para salvar
  - Pode adicionar mais de uma descrição para a mesma atividade porém deve-se colocar o mesmo título para a atividade
- Histórico de todas as atividades já cadastradas
  - Remover a entrada do histórico



## Ferramenta de apoio

- O participante deve ler o lembrete
- Ao término de cada atividade da ER executada, o participante deverá descrever como ocorreu essa execução, com quem ele interagiu, dificuldades e facilidades encontradas, etc

## EMPRESA ALEXANDRIA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA BIBLIOTECAS

## ALEXANDRIA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA BIBLIOTECAS

### • Sistemas para bibliotecas

- Alexandria é uma empresa
  - fundada em 2000
  - DDS
    - Paraná e Rio Grande do sul
- Clientes: Escolas estaduais do RS e PR



## Produtos da empresa



- Portfólio contendo:
  - 7 sistemas para escolas estaduais
    - 4 do Rio Grande do Sul
    - 3 do Paraná
- Sistemas sob demanda, para o mesmo domínio
- Usuários
  - Bibliotecários: Funcionários da biblioteca

## Modelagem dos requisitos

- Modelo de casos de uso, contendo:
  - Diagramas de casos de uso
  - Especificações textuais do caso de uso
    - Identificação
    - Nome
    - Descrição
    - Ator(es)
    - Pré-Condições
    - Cenário de Sucesso Principal
      - Ação do ator
      - Resposta do Sistema
    - Subseqüências
    - Pós-condições

Então, o que devo fazer agora?!

1. Será enviado o problema contendo a especificação de um futuro sistema para um cliente da Alexandria
  - Tenha um contexto de DCS com equipes distribuídas
    - Os colegas de equipe devem se comunicar (MSN)
    - Podem tirar dúvidas com o Colaborador sobre a empresa (MSN)
    - Podem tirar dúvidas sobre o experimento e ferramentas com o Supervisor
2. As equipes devem executar a Engenharia de requisitos do futuro sistema
  - Ler e entender o problema
  - Identificar os requisitos
  - Executar as atividades de ER
3. Cada atividade da ER executada deve ser documentada por todos os participantes na ferramenta de apoio
  - Com quem interagiu, como ocorreu a execução da atividade, dificuldades encontradas, facilidades encontradas, lições aprendidas
4. As equipes devem confeccionar 1 Modelo de casos de uso do sistema, contendo:
  - Diagrama dos casos de uso (JUDE)
  - Especificação textual dos casos de uso (template será fornecido na descrição do problema)
5. 1 membro da equipe deve enviar seu Modelo de casos de uso para thaisebling@gmail.com

- Exemplo de problema: o sistema deve permitir que o cliente saque seu dinheiro no caixa eletrônico
- Executar as atividades da ER
  - Criar um Modelo de casos de uso do sistema, contendo
    - Diagrama no JUDE
 
    - Especificação textual no WORD
 
- Enviar por email para thaisebling@gmail.com



## APÊNDICE F – APRESENTAÇÃO PARA EQUIPES QUE UTILIZARAM O MÉTODO MRED DE ER

### APRESENTAÇÕES ÁREAS DE PESQUISA E EXPERIMENTO

Noções básicas das áreas envolvidas na pesquisa e dos assuntos envolvidos no experimento

### Agenda

- Áreas de pesquisa
  - Desenvolvimento Distribuído de Software
  - Engenharia de requisitos
  - Linha de Produto de Software
- Experimento
  - Método para ER em DDS
  - Definições do experimento
  - Ferramentas utilizadas durante o experimento
  - Empresa

### DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE (DDS)



### Surgimento do DDS

- O crescimento da importância dos SI dentro das organizações
- A globalização
- Idéia de terceirização de serviços

↓

Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS)

- DDS pode ser
  - Dispersão de pessoas E / OU Dispersão de etapas de desenvolvimento
- Distância geográfica entre as pessoas pode ser entre estados, países e até continentes

### Benefícios e Desafios do DDS

- Benefícios do DDS
  - Custo mais baixo e disponibilidade de mão de obra
  - Acessibilidade a recursos globais
  - Desenvolvimento follow-the-sun (24 horas de desenvolvimento)
- Desafios do DDS
  - Falta de confiança, de espírito de equipe e de liderança entre pessoas
  - Diferença culturalis entre equipes
  - Diferença de fuso-horário
  - Estilo de comunicação diferentes entre equipes
  - Falta de conhecimento do andamento do projeto
  - Gerência de configuração
  - Engenharia de requisitos
  - Falta de tecnologia de colaboração e comunicação endereçada a estes ambientes

### Desenvolvimento Distribuído de Software

- Desenvolvimento de software por equipes distantes geograficamente
  - Não é hardware distribuído, são pessoas !!
- O DDS é uma tendência nas empresas de desenvolvimento de software
  - Dell, IBM, ...
- Provou ser uma abordagem eficiente e vantajosa
- Apresenta diversos desafios para as organizações, além dos já conhecidos relacionados ao desenvolvimento de software



# ENGENHARIA DE REQUISITOS (ER)

## Engenharia de requisitos (ER)

- Requisitos são objetivos ou restrições estabelecidas por clientes e usuários que definem as diversas propriedades desejadas do sistema
- Processo de descobrir, analisar, documentar e verificar os requisitos de software
- Quatro atividades genéricas
  - +Gerenciamento

```

    graph LR
      A[estudo da viabilidade] --> B[elicitação e análise de requisitos]
      B --> C[especificação de requisitos]
      C --> D[validação de requisitos]
      D --> B
      D --> C
    
```

## Etapas da ER

- Estudo da viabilidade
  - Através do estudo de viabilidade se decide se o desenvolvimento do sistema ou requisito é viável para a empresa
- Elicitação e análise
  - Nesta atividade os requisitos desejados do sistema são obtidos através dos clientes/usuários e são analisados
- Especificação
  - Atividade de descrever os requisitos de software
- Validação
  - Atividade para garantir que os requisitos realmente definem o sistema que o cliente deseja
- Gerenciamento
  - Controle e gerência das mudanças nos requisitos

## Documentação de requisitos - Casos de uso

- Casos de uso - Linguagem UML
  - Descrevem uma seqüência de ações que o sistema deve executar para produzir um resultado que atenda as necessidades do ator
  - Visão do usuário do sistema
- Diagrama de Casos de Uso é composto por
  - Casos de Uso
  - Atores
  - Relações de associação, dependência e generalização

## Caso de uso - relacionamentos

- Generalização e associação
- Extensão (Extends)
- Inclusão (Includes)

## Modelos de casos de uso

- Diagramas e especificações textuais

**Identificação (U01)**  
 Caso de uso: Recuperar o valor devido  
 Ator: Cliente  
 Subutilidade e Interação: Cliente recupera o valor devido ao processo de pagar  
 Direção: Interação de saída

**Pré-Condição:** O Cliente possui cartão de crédito e no dia selecionado.  
**Garantia de Sucesso:** Sistema retorna o valor a ser pago ao Cliente, atualizado e sob o curso corrente e débito a débito.  
**Contexto de Sucesso:** Pagamento.

<p><b>Ações do ator</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Digitar o valor que deseja pagar e</li> <li>2. O Cliente informa o valor a ser pago</li> <li>3. O Cliente informa o tipo de cartão</li> <li>4. O Cliente informa o valor de pagar</li> </ol>	<p><b>Resposta do sistema</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema valida e retorna o valor a ser pago ao Cliente, atualizado e sob o curso</li> <li>2. O sistema retorna o valor a ser pago e</li> <li>3. O sistema retorna o valor a ser pago e</li> <li>4. O sistema retorna o valor a ser pago</li> </ol>
--	--

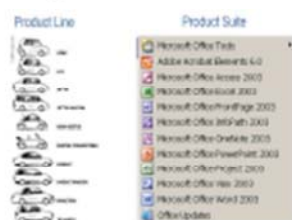
## LINHAS DE PRODUTO DE SOFTWARE (LPS)

### Linha de produto de software (LPS)

- Abordagem de reuso de software
- LPS é um grupo de produtos que compartilham um conjunto de características pertencentes a um domínio
- Domínio = Nicho de mercado ou negócio

- Aplicativos financeiros

- Aplicativos office



### Etapas da LPS

- Engenharia do domínio
  - Etapas de definição e análise das características comuns e variáveis dos produtos da LPS
- Engenharia da aplicação
  - Nesta etapa são reutilizados os artefatos do domínio desenvolvidos anteriormente para o desenvolvimento dos produtos
- Gerenciamento da LPS
  - Compreende o controle e monitoramento organizacional e técnico da LPS e artefatos

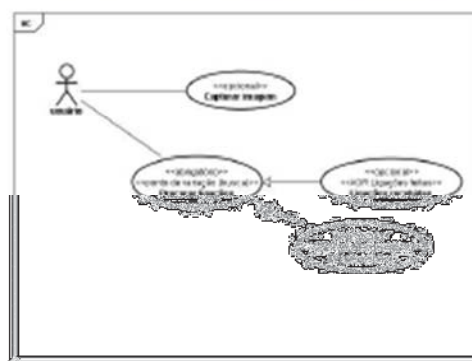
### Como ocorre a ER em LPS ?

- Engenharia de requisitos do domínio
  - Definição e desenvolvimento dos requisitos comuns e variáveis do domínio
  - Identificação e documentação da variabilidade através de notações
    - Obrigatório: requisito obrigatoriamente instanciado por todas as aplicações do domínio
    - Optional: requisito que pode ou não pertencer a uma aplicação do domínio
    - Ponto de Variação: requisito que possui variações nos produtos do domínio (ex: pagamento)
      - Variantes: Opções de variações do ponto de variação (ex: cartão de débito ou cartão de crédito)
        - Mutualmente exclusivas (XOR), implementa somente uma
        - Exclusivas (OR), implementa ao menos uma mas pode ser mais de uma

### Variabilidade da LPS

- Para representar a variabilidade existem diversas notações e abordagens
  - Notações gráficas
    - Modelo de Casos de uso do domínio
  - Notações textuais
    - Especificações textuais dos casos de uso do domínio

### Exemplo de Modelo de casos de uso do domínio



## Exemplo de Especificação textual de casos de uso do domínio

Caso de uso	Procurar ligações
Categoria de reutilização	Obrigatório Ponto de variação (Divers) Opcional Variante ligação forte (DOR ligação forte) Opcional Variante ligação fraca (DOR ligação fraca)
Contexto de Uso Principal	
Ação do ator	Resposta do sistema
	1 (base): 1.1 Se a base for nas ligações fortes, ver subseção ligações fortes 1.2 Se a base for nas ligações fracas, ver subseção ligações fracas
Subseções	
Subseção ligações fortes	
L...	
Subseção ligações fracas	
L...	
...	

## Como ocorre a ER em LPS ?

- Engenharia de requisitos da aplicação
  - Definição e documentação dos requisitos da aplicação, reutilizando o máximo possível os requisitos do domínio
    - Reuso direto
      - Requisitos do domínio são reutilizados tais quais eles foram especificados
    - Reuso indireto
      - Requisitos do domínio são adaptados para serem reutilizados como requisitos do produto
      - Cria-se pontos de variação e variantes nos requisitos do domínio
    - Sem possibilidade de reutilização
      - Requisitos do domínio não podem ser reutilizados, pois não refletem as necessidades do cliente

## ER em DDS utilizando LPS

- ER é uma atividade de cooperação, colaboração e comunicação constante entre os stakeholders
- ER apresenta novos desafios em ambientes de DDS
  - Problemas de comunicação, falta de entendimento, de objetivos comuns e dificuldades de colaboração entre equipes
  - Diferenças culturais
  - Dificuldades no gerenciamento de mudanças e de conhecimento sobre requisitos
  - Falta de propostas endereçadas a ER em DDS
- LPS facilita a ER através da reutilização dos requisitos

## Método de reutilização de requisitos utilizando LPS em ambientes de DDS

*Este método busca auxiliar a ER em ambientes de DDS, através da adoção da abordagem de reutilização de requisitos utilizando Linha de produto de software*

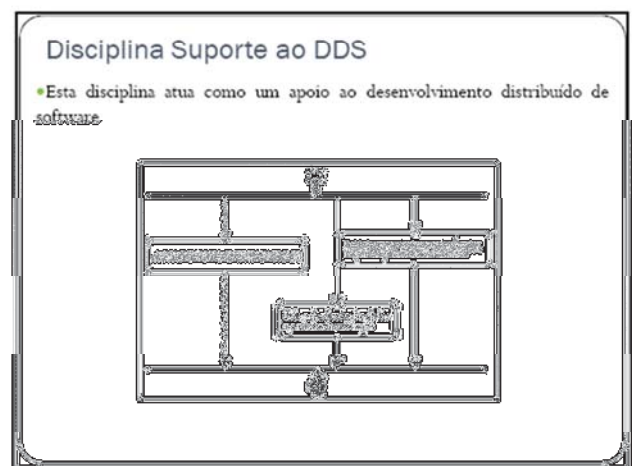
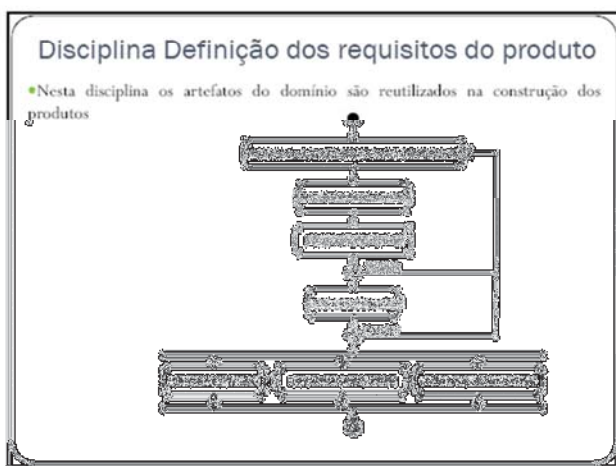
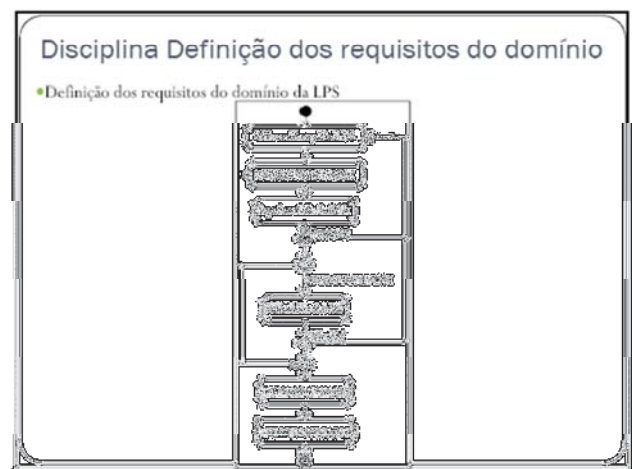
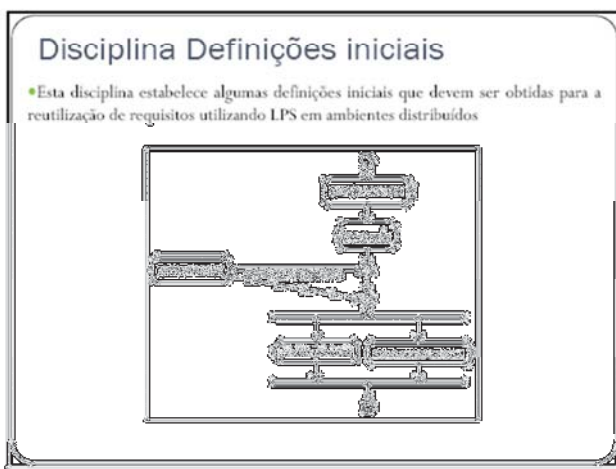
- Composto de 5 disciplinas
  - Disciplinas compreendem atividades
  - Geram artefatos
  - São realizadas por pessoas atribuídas de papéis

## Papéis

PAPEL	DESCRIÇÃO
Cliente	Financiar os requisitos do produto
Gerente de LPS	Responsável pela tomada de decisões técnicas e gerenciamento operacional de LPS
Engenheiro de requisitos de domínio	Responsável pela elicitação, análise, negociação, documentação, validação e gestão dos requisitos de domínio
Engenheiro de requisitos de produto	Responsável pela elicitação, análise, negociação, documentação, validação e gestão dos requisitos de produto
Colaborador	Responsável por fornecer informações e trabalhar sobre o domínio e produto

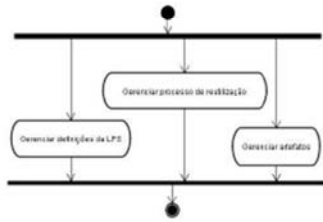
### Artefatos

ARTEFATO	DESCRIÇÃO
<i>Apoio ferramenta</i>	Responsável por apoiar o desenvolvimento, compartilhar os artefatos, armazenar experiências de reutilização das equipes e fornecer mecanismos de comunicação e colaboração para eles.
<i>Plano de LPS</i>	Artefato que contém definições organizacionais de LPS.
<i>Disciplinas de LPS</i>	Serve como base para a solução de dúvidas de linguagem e fornece uma visão geral dos artefatos.
<i>Base cultural de produtos</i>	Contém informações sobre o contexto (substância) onde os produtos serão sendo usados.
<i>Matriz de rastreabilidade</i>	Indica a rastreabilidade dos artefatos.
<i>Registro de experiências</i>	Descreve as experiências das equipes sobre o processo de reutilização.
<i>Artefatos de domínio</i>	Modelos que identificam os requisitos de domínio, bem como sua variabilidade.
<i>Artefatos de produto</i>	Modelos que identificam os requisitos de produto.



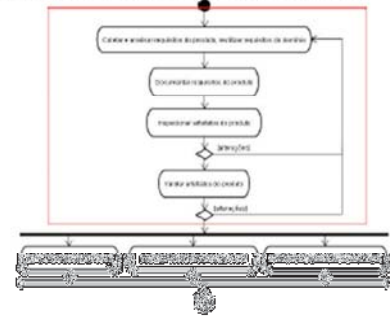
## Disciplina Gerenciamento da LPS

- Esta disciplina compreende as atividades de gerenciamento da LPS



## No experimento...

- No experimento serão executadas algumas atividades da disciplina de Definição dos requisitos do produto, onde ocorre o reuso em si



## Definições do experimento

## Experimento

*Investigação experimental de uma hipótese testável onde as condições são especificadas para isolar as variáveis de interesse e testar como elas afetam alguns resultados mensuráveis*

## Com este experimento pretende-se

*Investigar a Engenharia de requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software*

## Operação

- Envolvidos no Experimento
  - 2 Supervisores (Thaís e Ana Paula)
  - 1 Colaborador (Rafael)
  - 8 Engenheiros de requisitos (+ da PUCRS e + da UEM)
- TOTAL = 11 envolvidos

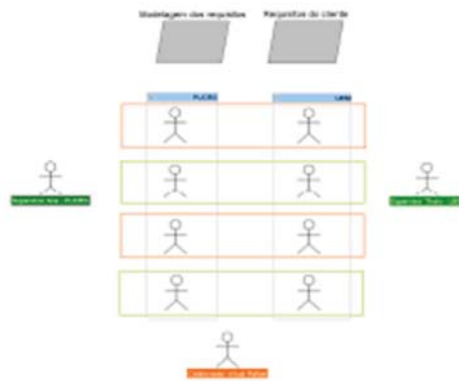
### Fases do experimento

- Fase 1 – Coleta de dados iniciais
- Informações demográficas e do conhecimento dos participantes sobre os temas envolvidos na pesquisa
- Fase 2 – Apresentações
- Apresentações sobre temas de pesquisa e sobre o experimento
- Fase 3 – Execução
- Divulgação do problema a ser resolvido (requisitos do cliente)
- Fase 4 – Coleta de dados finais
- Questionário para coletar as impressões dos participantes sobre o experimento

### Interação entre os envolvidos e resultados da Fase 3 – Execução

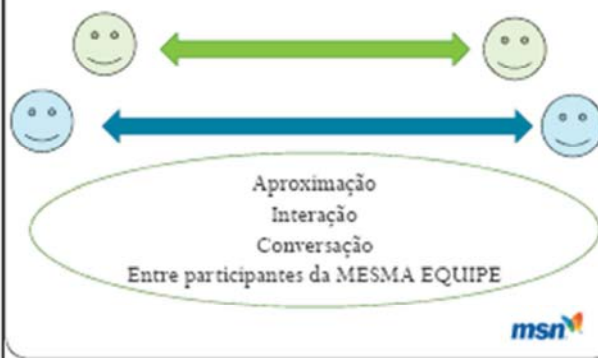
- Interação entre os envolvidos
  - Equipes poderão interagir com Thais e Ana Paula (Supervisores presentes nos centros distribuídos)
  - Engenheiros de requisitos DA MESMA EQUIPE poderão interagir por chat
  - Equipes poderão interagir com Rafael por chat (Colaborador)
- Resultados da execução
  - 1 Modelo de casos de uso (diagrama e especificações textuais dos casos de uso) que os participantes irão enviar à Thais
  - Dados da ferramenta de apoio que os participantes deverão inserir durante a execução do experimento

### Fase 3 – Execução (cenário)



### FERRAMENTAS UTILIZADAS NA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO (JUDE, MSN E DE APOIO)

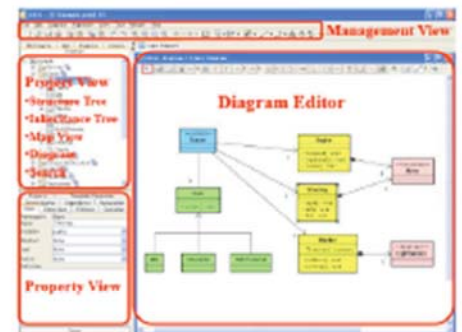
### MSN



### JUDE


**JUDE**  
REQUIREMENT COMMUNICATION

- Ferramenta case - Diagramas da UML

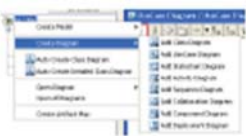


### Criação de projetos/diagramas


1) Criando um projeto: File -> New



2a) Criando Modelo de caso de uso – Clique com direito do mouse no título do projeto

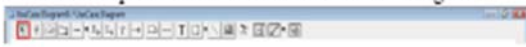


2b) Clique no Menu Diagram

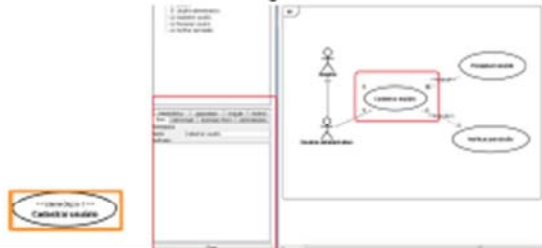



### Diagrama de caso de uso

- Panel usado para adicionar os elementos do diagrama



- Atributos do elemento do diagrama



### Ferramenta de apoio

- Tem como principal objetivo coletar dados sobre a execução do experimento
- <http://lp-dds.appspot.com/>
  - Acesso: Login e senha do gmail do participante

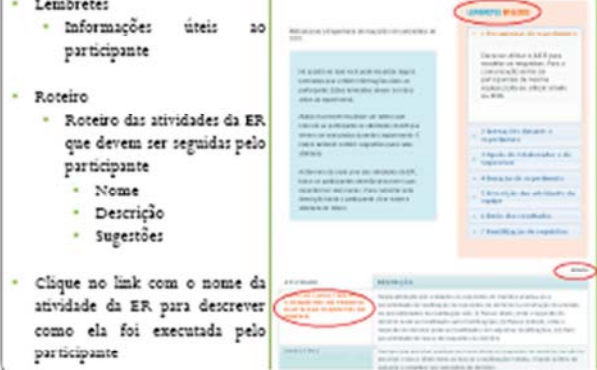
### Ferramenta de apoio

- Tela inicial



### Ferramenta de apoio

- Lembretes
  - Informações úteis ao participante
- Roteiro
  - Roteiro das atividades da ER que devem ser seguidas pelo participante
    - Nome
    - Descrição
    - Sugestões
- Clique no link com o nome da atividade da ER para descrever como ela foi executada pelo participante



## Ferramenta de apoio

- Adicionar descrição para a atividade da ER
  - Descrição
  - Botão adicionar
    - Pode adicionar mais de uma descrição para a mesma atividade
- Histórico das descrições cadastradas para aquela atividade
  - Remover a entrada do histórico daquela atividade

The image shows two screenshots of a web application. The top screenshot is a form titled 'Adicionar Descrição' with a 'Cancelar' button and an 'Adicionar' button. The bottom screenshot shows a list of descriptions for an activity, with a 'Remover' button next to each entry and an 'Adicionar' button at the bottom.

## Ferramenta de apoio

- O participante deve ler o lembrete
- O participante deve seguir as atividades da ER descritas no roteiro
- Ao término de cada atividade da ER executada, o participante deverá descrever como ocorreu essa execução, com quem ele interagiu, dificuldades e facilidades encontradas, etc.

## EMPRESA ALEXANDRIA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA BIBLIOTECAS

## ALEXANDRIA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PARA BIBLIOTECAS

- Sistemas para bibliotecas**
- Alexandria é uma empresa
  - fundada em 2000
  - DDS
    - Paraná e Rio Grande do Sul
- Clientes: Escolas estaduais do RS e PR



## Produtos da empresa

- Portfólio contendo:
  - 7 sistemas para escolas estaduais
    - 4 do Rio Grande do Sul
    - 3 do Paraná
- Sistemas sob demanda, para o mesmo domínio
- Usuários
  - Bibliotecários: Funcionários da biblioteca

## Modelagem dos requisitos

- Modelo de casos de uso do domínio, contendo:
  - Diagramas de casos de uso (com estereótipos para identificar variabilidade)
  - Especificações textuais do caso de uso
    - Identificação
    - Nome
    - Descrição
    - Atoe(s)
    - Categoria de reutilização: obrigatório, opcional, ponto de variação, variante
    - Pré-Condições
    - Cenário de Sucesso Principal
      - Ação do ator
      - Resposta do Sistema
      - Notações para identificar pontos de variação no domínio
    - Subseções
      - Pode apresentar as variantes dos pontos de variação
    - Pós-condições



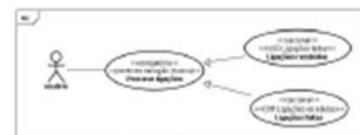
Notações de variabilidade utilizadas na documentação dos requisitos

- <<obrigatório>>: requisitos que são obrigatórios ao domínio
- <<opcional>>: requisitos que são opcionais ao domínio
- <<ponto de variação>>: requisitos que definem um ponto de variação no domínio, são relacionados às suas variantes
- <<variante>>: requisitos variantes do domínio
  - OR: ao menos uma variante instanciada
  - XOR: somente uma variante instanciada

Então, o que devo fazer agora?!

1. Será criado o problema contendo a especificação de um futuro sistema para um cliente da Alexandria
2. Será criado o Modelo de casos de uso do domínio (Diagrama e especificação textual)
  - Temos um contexto de DCS com equipes distribuídas
    - Os colegas de equipe devem se comunicar (M2N)
    - Podem tirar dúvidas com o Colaborador sobre a empresa (M2N)
    - Podem tirar dúvidas sobre o experimento e ferramentas com o Supervisor
3. As equipes devem executar as atividades da Engenharia de requisitos do futuro sistema, descritas no roteiro da ferramenta de apoio
  - Ler e entender o problema
  - Buscar o resumo dos requisitos do domínio
  - Discutir as atividades da ER descritas no roteiro
4. Cada atividade da ER executada deve ser documentada por todos os participantes na ferramenta de apoio
  - Com quem interagiu, como ocorreu a execução da atividade, dificuldades encontradas, facilidades encontradas, lições aprendidas, requisitos resultantes
5. As equipes devem confeccionar 1 Modelo de casos de uso do sistema, contendo:
  - Diagrama dos casos de uso (JUDE)
  - Especificação textual dos casos de uso (template será fornecido na descrição do problema)
6. 1 membro da equipe deve enviar seu Modelo de casos de uso para thaisebling@gmail.com

- Tendo o Modelo de casos de uso do domínio
  - Exemplo de Diagrama de casos de uso do domínio



- Executar as atividades da ER descritas no roteiro
  - Exemplo de problema: o sistema deve permitir a busca de ligações recebidas
    - Exemplo de reuso direto



- Exemplo de problema: o sistema deve permitir a busca de ligações não atendidas
  - Exemplo de reuso indireto (criou-se uma nova variante do ponto de variação Procurar ligações)



- Criar um Modelo de casos de uso do sistema, contendo
  - Diagrama no JUDE
  - Especificação textual no WORD
- Enviar por email para thaisebling@gmail.com

Dúvidas ?!!

## APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO INICIAL

### QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS DOS PARTICIPANTES DO EXPERIMENTO

As informações coletadas a partir deste instrumento serão utilizadas para facilitar a interação entre os participantes do experimento e identificar o conhecimento e experiência dos participantes nos temas envolvidos no experimento. Nenhuma informação coletada será divulgada e utilizada para fins, senão o experimento.

#### INFORMAÇÕES PESSOAIS

Nome e Sobrenome

Email (deve ser gmail - será utilizado para o acesso a ferramenta de apoio)

Contato do MSH

Telefone (DDD-número)

#### ENGENHARIA DE REQUISITOS

1) Classifique o seu conhecimento em relação a Engenharia de requisitos (Básico; Intermediário ou Avançado - escolha somente uma opção):

2) Descrição da experiência teórica do participante (por teórica entende-se aulas, cursos, treinamentos, etc):

De quanto tempo é a sua experiência teórica em Engenharia de requisitos? (anos, meses, quantidade de cursos, treinamentos, etc)

Você já vivenciou um processo de Engenharia de requisitos? (simulação, exercício)

[Sim]

Quantas vezes isto ocorreu?

[Não]

[vá para a questão 3]

3) Descrição da experiência prática do participante (por prática entende-se vivência profissional):

De quanto tempo é a sua experiência profissional em Engenharia de requisitos? (anos, meses)

Quantas vezes você já participou profissionalmente de um processo de Engenharia de requisitos? (quantidade de projetos)

#### DESENVOLVIMENTO DISTRIBUÍDO DE SOFTWARE

4) Classifique o seu conhecimento em relação a Desenvolvimento Distribuído de Software (Básico; Intermediário ou Avançado - escolha somente uma opção):

5) Descrição da experiência teórica do participante (por teórica entende-se aulas, cursos, treinamentos, etc):

De quantos anos é a sua experiência teórica em Desenvolvimento Distribuído de Software? (anos, meses, quantidade de cursos, treinamentos, etc)

Você já vivenciou um processo de Desenvolvimento Distribuído de Software? (simulação, exercício)

[Sim]

Quantas vezes isto ocorreu?

[Não]

[vá para a questão 6]

6) Descrição da experiência prática do participante:

De quanto tempo é a sua experiência em Desenvolvimento Distribuído de Software? (anos, meses)

Quantas vezes você já participou profissionalmente de um processo de Desenvolvimento Distribuído de Software? (quantidade de projetos)

## APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO FINAL

### QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO REALIZADO

As informações coletadas a partir deste instrumento serão utilizadas para identificar as principais impressões do participante sobre o experimento realizado. Nenhuma informação coletada será divulgada e utilizada para fins, senão o experimento.

**Nome e Sobrenome**

**1) Quais foram os pontos positivos da maneira como a Engenharia de requisitos em ambientes distribuídos foi executada pelo participante?**

**2) Quais foram os pontos negativos da maneira como a Engenharia de requisitos em ambientes distribuídos foi executada pelo participante?**

**3) Quais as suas sugestões para facilitar a Engenharia de requisitos em ambientes distribuídos?**

**4) Algum fator externo influenciou a execução do experimento (ambiente, ferramentas, pessoas, etc)? Qual fator? De que maneira influenciou (positivamente, negativamente)?**

## APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

**Título do Projeto:** Engenharia de Requisitos em ambientes de Desenvolvimento

Distribuído de Software

**Pesquisador Responsável:** Thaís Ebling (PUCRS)

**Pesquisadores participantes:** Jorge Luís Nicolas Audy (PUCRS); Rafael Prikladnicki (PUCRS); Ana Paula Lemke (PUCRS).

- Esta pesquisa compreende uma proposta para a Engenharia de requisitos em ambientes de Desenvolvimento Distribuído de Software. Para avaliar os benefícios desta proposta realizar-se-á um experimento distribuído incluindo as universidades Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e Universidade Estadual de Maringá (UEM);
- Nenhuma informação coletada sobre os participantes será divulgada e utilizada para fins, senão o experimento;
- Esta pesquisa não compreende nenhum risco aos participantes;
- O participante tem o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, sem sofrer quaisquer penalidades;

Assinatura do pesquisador \_\_\_\_\_

#### • CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa em questão, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador *Ana Paula Lemke* sobre a pesquisa e os procedimentos nela envolvidos.

Local e data \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_