

# Em busca de um modelo de referência para engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software

Leandro Teixeira Lopes\*, Jorge Luiz Nicolas Audy\*\*.

\*Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

[lteixeira@inf.pucrs.br](mailto:lteixeira@inf.pucrs.br)

\*\*Professor Titular da Faculdade de Informática, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

[audy@inf.pucrs.br](mailto:audy@inf.pucrs.br)

**Resumo.** Existe um interesse crescente em pesquisas que enderecem o desenvolvimento distribuído de software. A engenharia de requisitos, nesse contexto, apresenta diversos desafios causados pela distribuição. A necessidade de um processo de requisitos que aborde essas dificuldades é reconhecida. Nesse sentido, esse artigo visa apresentar um modelo de referência para engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software, reunindo resultados de pesquisa teórica e prática. Os resultados empíricos foram obtidos em empresas multinacionais que realizam desenvolvimento distribuído de software em nível global.

## 1 Introdução

A crescente globalização do ambiente de negócios tem afetado diretamente o mercado de desenvolvimento de software [1]. Em busca de vantagens competitivas como baixos custos, produtividade e qualidade na área de desenvolvimento de sistemas, diversas organizações optaram por distribuir o processo de desenvolvimento de software dentro de seu país, ou em outros países, como Índia, Irlanda e Brasil. Essas regiões oferecem, muitas vezes, incentivos fiscais ou possuem grande concentração de massa crítica em determinadas áreas.

Entretanto, os desafios apresentados pela distribuição da equipe envolvida no processo de software são significativos. Questões como diferenças culturais e de fuso horário devem ser analisadas, visando evitar impactos negativos.

Nesse contexto, a engenharia de requisitos também é influenciada pela distribuição das equipes. O processo de requisitos, mesmo em ambientes co-localizados, é apontado como crítico no desenvolvimento de software [2]. Ao lidar com a distância entre os envolvidos, as dificuldades com requisitos tendem a se exacerbar.

Segundo [3], é necessário um novo processo de requisitos para ambientes de desenvolvimento distribuído de software. Visando a evolução no sentido de propor um processo de requisitos que enderece as dificuldades causadas pela distribuição das

equipes, esse estudo busca construir um modelo de referência no tema, destacando categorias e fatores que influenciam a engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído de software.

O artigo se estrutura da seguinte forma: as seções 2, 3 e 4 compreendem a base conceitual. São apresentados alguns conceitos na área de engenharia de requisitos e desenvolvimento distribuído de software. Além disso, são descritas as principais abordagens à engenharia de requisitos em ambientes de desenvolvimento distribuído. Na seção 5 é realizada uma análise crítica relacionada à base teórica, apresentando o modelo de referência construído. Em seguida, na seção 6, são realizadas as considerações finais, e apresentada a bibliografia utilizada, na seção 7.

## **2 Engenharia de Requisitos**

O sucesso no desenvolvimento de um software é medido principalmente pela forma com que ele realiza a tarefa para qual foi proposto [4]. O esforço de desenvolvimento é total ou parcialmente desperdiçado se o software, por melhor que seja a qualidade de sua codificação, não cumpre com a tarefa que foi destinado. Da mesma forma, se a base tecnológica (hardware, software e dispositivos) necessária ao software em questão não for compatível com a base existente onde ele será utilizado, todo (ou a maior parte) do trabalho de desenvolvimento pode se tornar inútil.

Para que o sucesso possa ser atingido, é fundamental que seja realizada uma tarefa de identificação e documentação das necessidades e propósitos de um software. Essa tarefa, muitas vezes, exige uma compreensão do ambiente onde o software será inserido, considerando as características do negócio, as possíveis modificações futuras e as necessidades reais envolvidas no processo.

Não existe forma incontestável de assegurar que a especificação de um sistema está propriamente de acordo com as características desejadas pelo cliente, e que satisfaz suas necessidades. Esse é um desafio complexo enfrentado pelos engenheiros de software, e o melhor modo de tratá-lo é através de um processo consistente de engenharia de requisitos [5].

Segundo Thayer [6], a engenharia de requisitos se caracteriza como a ciência e disciplina que trata a análise e documentação dos requisitos. Ela compreende análise de necessidades, análise de requisitos e especificação dos requisitos.

Embora o processo de engenharia de requisitos tenha evoluído como parte da engenharia de software ao longo dos anos, ainda existem muitas dificuldades inerentes a sua execução. Essas dificuldades se aprofundam quando os atores envolvidos no processo estão dispersos fisicamente.

## **3 Desenvolvimento Distribuído de Software (DDS)**

Nos últimos anos, o software se tornou um componente vital de negócios. O sucesso de uma organização cada vez mais depende da utilização do software como um diferencial competitivo. Ao mesmo tempo, a economia tem convertido os mercados

nacionais em mercados globais, criando novas formas de competição e colaboração [1].

Entretanto, o mercado global de software vinha passando por diversas crises. Por um lado, um grande número de falhas em projetos. De outro, uma demanda crescente, atingida pela escassez de recursos capacitados. Nesse contexto, muitas organizações perceberam o desenvolvimento distribuído de software como uma alternativa, experimentando o desenvolvimento em locais remotos.

Diversas são as razões para a utilização do DDS. Além da demanda e baixos custos, podemos citar escala, *time-to-market*, sinergia cultural, entre outros [7][8]. Essas razões, ou um subconjunto delas, motivam um crescente número de organizações a desenvolverem software de forma distribuída.

O desenvolvimento distribuído de software, quando atinge proporções globais é chamado de desenvolvimento global de software (GSD – *Global Software Development*).

### 3.1 Forças centrífugas e centrípetas no DDS

Carmel [7] apresenta os fatores envolvidos em equipes de DDS sob a forma de forças centrífugas e centrípetas. As forças centrífugas são os problemas que dificultam a atuação de equipes de desenvolvimento de software globais, conforme apresentados em Fig. 1.

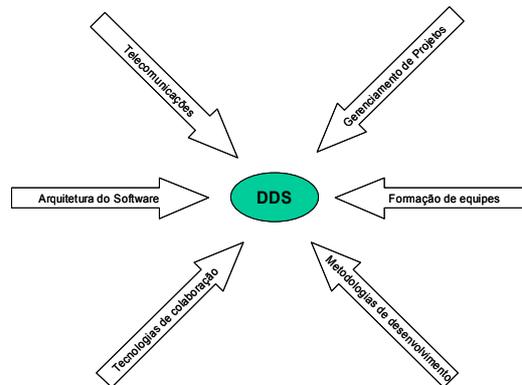


Fig. 1. Forças centrífugas no DDS [7]

Essas forças devem ser contrabalançadas por elementos facilitadores do desenvolvimento distribuído, as forças centrípetas, conforme apresentado na Fig. 2.

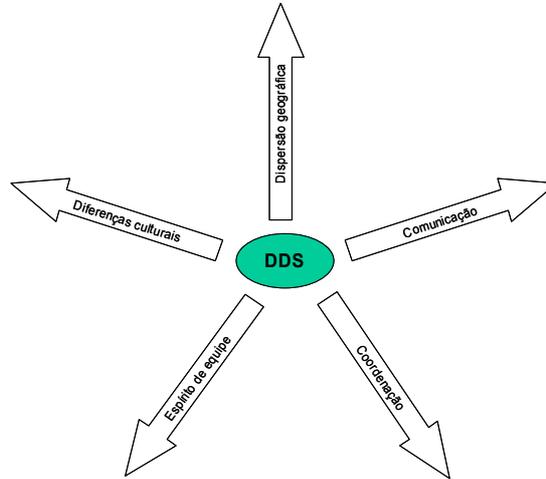


Fig. 2. Forças centrípetas no DDS [7]

## 4 Abordagens de Engenharia de Requisitos em DDS

O desenvolvimento distribuído de software apresenta algumas características que o tornam fundamentalmente diferente do desenvolvimento de software co-localizado [3]. A engenharia de requisitos contém diversas tarefas que necessitam de alto nível de comunicação e coordenação, tendendo a aprofundar os problemas apresentados quando em um contexto de DDS [9][3].

Embora o reconhecimento da necessidade de estudos para aprofundar o conhecimento sobre Engenharia de Requisitos em ambientes DDS [9][3], com extensa pesquisa, foi encontrado um número limitado de artigos que tratam do assunto. Nessa seção é apresentada uma compilação dos principais artigos relacionados, como forma de avaliar a dimensão do problema envolvido.

### 4.1 Abordagem de Damian e Zowghi (2002)

Os estudos de Damian e Zowghi têm como foco principal o entendimento e descrição do impacto exercido pela distância na negociação de requisitos de software, compreendendo grande parte do conhecimento atual sobre Engenharia de Requisitos em DDS. Em um artigo recente [9], foi apresentada a relação entre cultura, conflitos e distância na negociação de requisitos de forma distribuída globalmente. Para isso foi conduzida uma pesquisa baseada em estudos de caso, visando esclarecer o impacto causado pela distribuição dos *stakeholders* nas atividades de engenharia de requisitos em ambientes de GSD.

Como resultado foi construído um modelo dos desafios apresentados pela distribuição dos *stakeholders* à engenharia de requisitos, conforme apresentado na

Fig. 3. A camada superior do modelo apresenta os quatro maiores problemas da distribuição geográfica dos *stakeholders*: comunicação inadequada, gerência do conhecimento, diversidade cultural e diferença temporal.

Esses problemas se alinham com estudos anteriores de GSD [1]. A segunda camada da figura mostra as dificuldades específicas encontradas, decorrentes dos problemas identificados. Na terceira camada, são apresentadas as atividades da engenharia de requisitos afetadas por cada uma das dificuldades encontradas.

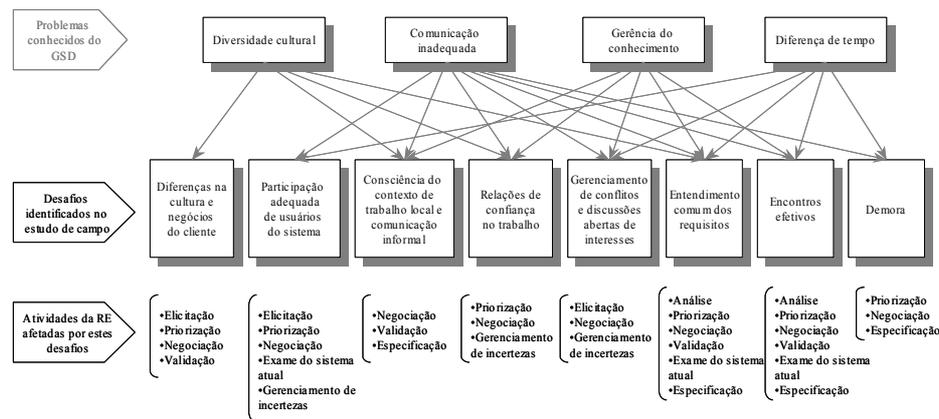


Fig. 3. Modelo de impacto dos desafios e atividades afetadas da engenharia de requisitos devido a problemas com o GSD [9].

O estudo, além da construção do modelo, pôde obter também diversos resultados, relacionados com conflito, cultura e distância, conforme descritos a seguir.

Foram observados conflitos ao obter acordo nos requisitos, bem como ao decidir a abordagem ao processo de engenharia de requisitos que seria utilizado nas organizações. Um dos mais importantes desafios encontrados foi o tratamento de requisitos conflitantes de grupos de múltiplas nacionalidades, com diferenças nas crenças e valores culturais. Os valores culturais conflitantes causam impacto na priorização e negociação dos requisitos. Além disso, foram observados conflitos no entendimento dos requisitos, atribuídos a diferenças culturais.

Diferenças na atitude com relação à hierarquia, conflitos, dificuldade na tomada de decisão, ambigüidades nos requisitos e redução da confiança também foram observados como conseqüência da distribuição. Contatos face a face melhoraram o entendimento da cultura dos participantes e o nível de confiança.

A distância tende a exacerbar os problemas fundamentais da engenharia de requisitos como a falta de comunicação entre *stakeholders*, bem como os fatores de natureza política, organizacional e social. Pesquisas de campo devem ser realizadas para que se entenda o impacto dos problemas de comunicação e coordenação nas atividades de engenharia de requisitos, identifique os desafios apresentados pelas organizações distribuídas, e apresente recomendações para superar os problemas associados com a distância.

#### 4.2 Abordagem de Lloyd, Rosson e Arthur (2002)

Esse artigo [10] apresenta um estudo empírico sobre como ferramentas de *groupware* podem ser utilizadas no auxílio da engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. Os principais objetivos do estudo foram: identificar os fatores que levam os grupos a produzirem uma especificação de requisitos de software (*Software Requirements Specification* – SRS) de alta qualidade; avaliar a efetividade do *groupware* utilizado como suporte as atividades de engenharia de requisitos; e avaliar a efetividade das diversas técnicas de elicitação de requisitos quando utilizadas em ambientes distribuídos.

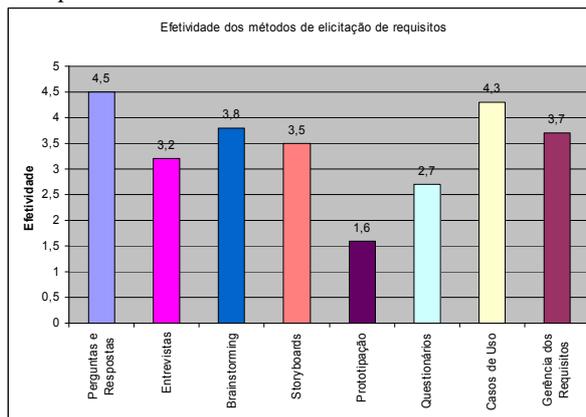
O estudo foi realizado com grupos de estudantes universitários, divididos nos papéis de clientes e engenheiros, realizando especificação remotamente. Como suporte, foi utilizado um conjunto de ferramentas de *groupware*.

Através da correlação entre pesquisa, observação e medição da qualidade dos documentos produzidos, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1 e em Fig. 4.

**Tabela 1.** Avaliação de performance dos grupos, segundo [10].

| Grupos de Alta Performance |        | Grupos de Baixa Performance |        |
|----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| Grupo 1                    | 79,34% | Grupo 4                     | 69,11% |
| Grupo 2                    | 77,32% | Grupo 6                     | 66,85% |
| Grupo 3                    | 76,44% |                             |        |
| Grupo 5                    | 75,96% |                             |        |

Os grupos classificados como baixa performance tenderam a reclamar mais sobre a falta de participação dos clientes no processo de engenharia de requisitos (56% dos membros do grupo). Os grupos classificados como alta performance registraram menor volume de reclamações (12% dos membros do grupo). A percepção de participação dos membros do grupo pôde ser relacionada, embora fracamente, de forma direta com a qualidade do SRS.



**Fig. 4.** Efetividade dos métodos de elicitação de requisitos [10]

A estimativa realizada da prototipação é problemática, pois os engenheiros de requisitos não utilizaram esse método no estudo. Como os participantes não criaram protótipos, a interpretação desse resultado não é clara.

Os resultados desse estudo sugerem que a engenharia de requisitos em ambientes distribuídos é mais efetiva quando os *stakeholders* participam ativamente nas atividades síncronas do processo de requisitos.

O estudo aponta diversas possibilidades de trabalho futuro, ressaltando que a engenharia de requisitos em ambientes distribuídos é uma grande área para pesquisa futura.

### **4.3 Abordagem de Prikladnicki, Audy e Evaristo (2003)**

O artigo escrito por Prikladnicki, Audy e Evaristo [11] apresenta resultados iniciais de um estudo de caso do processo de gerência de requisitos no GSD, sob um contexto SW-CMM (*Capability Maturity Model*).

O método de pesquisa utilizado foi estudo de caso, com o acompanhamento de dois projetos em uma organização de GSD. Os projetos foram estudados sob o ponto de vista do centro de desenvolvimento localizado no Brasil. A organização utiliza como base para o processo de desenvolvimento de software o MSF (*Microsoft Solutions Framework*) e o SW-CMM. O estudo tinha como objetivo identificar os problemas, vantagens e desvantagens da gerência de requisitos em projetos geograficamente distribuídos.

Um dos projetos visava desenvolver uma nova versão de uma ferramenta, possuindo duração de nove meses. A equipe de desenvolvimento possuía três pessoas que estavam distribuídas entre prédios do centro de desenvolvimento no Brasil. Os clientes e usuários estavam localizados nos Estados Unidos, também distribuídos entre prédios.

O segundo projeto tinha como objetivo integrar e consolidar duas versões (América Latina e Canadá) de uma aplicação em uma aplicação única, tendo duração prevista de um ano. A equipe de desenvolvimento possuía trinta membros, co-localizados no centro de desenvolvimento brasileiro. Os clientes estavam distribuídos entre Brasil, México, Argentina, Canadá e Estados Unidos. Os usuários se localizavam na América Latina e Canadá.

A implementação do nível 2 do SW-CMM no centro de desenvolvimento brasileiro, deu origem a algumas diferenças de processo com relação as equipes de outras localidades, que não estavam envolvidas na certificação. Isto ampliou o tempo de algumas atividades, devido à necessidade de explanações a respeito do processo. Por outro lado, a implementação do SW-CMM auxiliou significativamente no processo de gerência dos requisitos e padronização das atividades.

Como impactos do GSD no gerenciamento de requisitos, foi concluído que essa pode ser uma tarefa árdua se os processos de software não estiverem bem definidos e se as equipes não estiverem preparadas para trabalhar neste cenário. O trabalho envolvendo o SW-CMM nível 2 foi considerado favorável e auxiliou a minimizar alguns dos problemas encontrados. O treinamento em aspectos não técnicos auxiliou na redução de problemas com cultura e confiança, por exemplo. As lições aprendidas com os estudos de caso estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Lições Aprendidas [11]

| N <sup>o</sup> | Lição                                                                                                                                   |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1              | Treinar a equipe em assuntos como confiança, cultura, comunicação e colaboração, por exemplo, é essencial;                              |
| 2              | A padronização do trabalho é obrigatória;                                                                                               |
| 3              | Encontros freqüentes com pessoas geograficamente distantes são importantes para rastrear o projeto;                                     |
| 4              | Um processo bem definido é a chave para o sucesso;                                                                                      |
| 5              | Se possível, viagens devem ser feitas para que as equipes envolvidas se conheçam;                                                       |
| 6              | A diferença de fuso horário pode ser, ao mesmo tempo, uma vantagem e uma desvantagem;                                                   |
| 7              | O uso de ferramentas como correio eletrônico, teleconferência e videoconferência é muito importante;                                    |
| 8              | Um processo de certificação como SW-CMM nível 2 pode ampliar o <i>overhead</i> ;                                                        |
| 9              | O modelo SW-CMM nível 2 auxiliou a definir uma forma padrão de trabalho;                                                                |
| 10             | É muito importante conhecer as pessoas com quem se está trabalhando, considerando as formas de comunicar, as diferenças culturais, etc. |

#### 4.4 Abordagem de Mahemoff e Johnston (1998)

O artigo de Mahemoff e Johnston [12] apresenta um estudo sobre o relacionamento da internacionalização de software e engenharia de requisitos. No estudo é realizada uma revisão da bibliografia existente sobre o assunto e propõe a utilização de um repositório de informações culturais como forma de auxílio à internacionalização de software. Os pontos principais estão destacados em seqüência nesta seção.

Em geral, o desenvolvimento de software direcionado a diversas culturas envolve dois estágios: preparar o sistema principal de forma a permitir o processo de internacionalização (chamado de *localization-enabling*), e incluir os dados específicos de localização na estrutura internacionalizada (*localization*). Quando apenas as características dependentes das necessidades específicas dos usuários são adaptadas, o esforço de desenvolvimento é otimizado. As demais partes do sistema são comuns a todas as versões.

Separar os requisitos específicos de uma cultura dos requisitos que se aplicam a todas as versões é uma tarefa complexa. O artigo propõe categorizar os fatores culturais, permitindo a criação de um repositório central de informações culturais, de forma a auxiliar no processo.

No estudo, os fatores foram divididos em visíveis e ocultos, e classificados em subcategorias, conforme apresentado na Tabela 3.

Baseados nestas informações, os engenheiros de requisitos devem procurar por informações detalhadas sobre a base de usuários prevista. O processo de internacionalização sugere um entendimento das variáveis existentes entre os mercados alvo, permitindo que as adaptações adequadas sejam aplicadas. Quando os engenheiros de requisitos examinam as características dos usuários, devem ser previstas as bases de usuários para as próximas versões do sistema. A fase *localization-enabling* pode então isolar as variáveis apropriadas específicas de cada cultura. O processo de localização é relativamente direto, e pode envolver apenas a atualização de um banco de dados ou a adição de uma imagem. Por outro lado, se

variáveis culturais não previstas forem acrescentadas, um novo processo de preparação pode ser necessário, encarecendo o projeto.

Tabela 3. Fatores Culturais [11]

| Categoria | Subcategoria               | Exemplos                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Visível   | Fatores de tempo           | Calendário.                                                                                                                                     |
|           | Problemas de escrita       | Conjunto de caracteres, direção do texto.                                                                                                       |
|           | Problemas de linguagem     | Uso de jargão, ordenação de palavras.                                                                                                           |
|           | Medidas                    | Moedas, unidades de comprimento.                                                                                                                |
|           | Formatação                 | Números, data e hora, arredondamento.                                                                                                           |
|           | Sistemas externos          | Tamanho padrão de página.                                                                                                                       |
| Oculto    | Disposição mental          | Alguns grupos qualificam software com base na usabilidade, outros em utilidade.                                                                 |
|           | Percepção                  | O ícone de pastas pode não ter o mesmo significado em países onde documentos são armazenados em caixas de papelão.                              |
|           | Regras de interação social | Não é educado “bipar” no Japão, pois chama a atenção para um possível erro do usuário.                                                          |
|           | Contexto de uso            | Terminais ATM ( <i>Automatic Teller Machines</i> ) na Suécia são construídos com botões grandes para permitir o uso por pessoas vestindo luvas. |

Entender como os diversos fatores influenciam os requisitos é um passo, mas a complexidade maior está em produzir uma especificação de acordo com esses fatores. A prototipação e o recrutamento de especialistas locais podem auxiliar nesse sentido, sendo apontados como mecanismos importantes na determinação de requisitos visando a internacionalização.

As informações obtidas devem ser disseminadas largamente, abrindo espaço para criação de um repositório de informações de internacionalização, para auxiliar os desenvolvedores em suas tarefas. No repositório seriam documentadas as formas em que as culturas variam, e como o desenvolvimento de software é afetado.

Atualmente, pouco trabalho tem sido feito para documentar esse tipo de informação. Muitos textos de internacionalização focam em problemas de implementação ao invés de conceitos de mais alto nível, como usabilidade. Um repositório de informações poderia ser útil para desenvolvedores, projetistas, criadores de protótipos e testadores, por exemplo, adquirindo ainda mais importância para casos em que não fosse possível contratar um consultor local.

## 5 Análise Crítica

Com base nas abordagens apresentadas anteriormente, foram selecionadas as principais categorias que influenciam a engenharia de requisitos quando realizada em ambientes de desenvolvimento distribuído de software, visando a construção de um modelo de referência no assunto.

Inicialmente foram identificadas as categorias comunicação, cultura e gestão do conhecimento.

Observando a divisão realizada por [7] das forças centrífugas e centrípetas no desenvolvimento distribuído de software, podemos perceber que as forças centrífugas relacionam-se a aspectos não técnicos, e as forças centrípetas, em sua maioria, a aspectos técnicos.

Traçando um paralelo com as abordagens apresentadas, podemos perceber um domínio de estudos sobre aspectos não técnicos na engenharia de requisitos em ambientes de DDS. Considerando a escassez de estudos que abordam a influência de aspectos técnicos, o modelo de referência proposto incluiu, além dos aspectos não-técnicos (comunicação, cultura e gestão do conhecimento), uma categoria voltada aos aspectos técnicos da engenharia de requisitos em DDS.

Desse modo, foram identificadas quatro categorias, conforme a Fig. 5. Cada uma das categorias foi estudada em maior detalhe, destacando seus principais fatores, de acordo com a influência apresentada pelas abordagens.

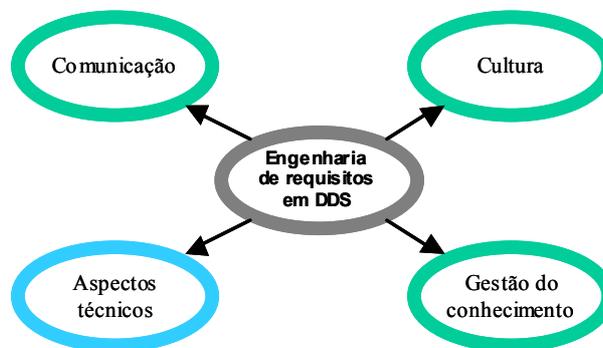


Fig. 5. Categorias relacionadas à engenharia de requisitos em DDS.

Essas categorias compreendem diversos fatores e se relacionam de diversas maneiras, sendo, muitas vezes, difícil de se definir a fronteira entre cada uma. Outros fatores poderiam ter sido relacionados, mas para efeito desse estudo, foram considerados apenas os principais, devido à importância que adquiriram nas abordagens estudadas.

A análise visa encontrar e detalhar os fatores que devem ser endereçados por um processo de engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. Com base nessa definição, o estudo poderá evoluir para uma proposta de processo, ou práticas para redução do impacto causado pela distribuição na engenharia de requisitos.

## 5.1 Comunicação

O processo de engenharia de requisitos depende largamente da comunicação entre os envolvidos. Nas diversas abordagens estudadas, a comunicação aparece como um ponto crítico para o sucesso da engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. Dentre os fatores relacionados com a comunicação destacam-se idioma, diferença de fuso-horário e meio de comunicação, conforme exposto em Fig. 6.



Fig. 6. Fatores associados à comunicação.

Ambientes de DDS comumente atingem nível global, dessa forma o idioma utilizado pelas equipes passa a exercer influência na engenharia de requisitos em ambientes DDS. Quando a comunicação envolve grupos que possuem idiomas nativos diferentes, a probabilidade de erros de interpretação cresce. Ao tratar com requisitos, onde a clareza é fundamental, a diferença de idiomas entre os grupos introduz um risco maior de erros. Por outro lado, quando as equipes possuem o mesmo idioma nativo, a comunicação torna-se mais fácil e eficaz.

A diferença de fuso horário entre equipes também exerce efeito na comunicação, com impacto na engenharia de requisitos. Quando a diferença de fusos horários é muito grande, as equipes podem possuir pouco ou nenhum horário de trabalho em comum, dificultando ou impedindo o uso de ferramentas de comunicação síncrona como videoconferência. O uso de correio eletrônico nesses casos é comum. Entretanto, questões simples, como o esclarecimento de um requisito pode levar dias para se concretizar se conduzido de forma assíncrona com grupos trabalhando em horários distintos. Em casos com menor diferença de fuso horário, a comunicação se torna mais livre, permitindo a utilização de mecanismos síncronos e, em geral, acelerando o processo.

O meio de comunicação influencia na engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. Quando temos contato face-a-face, utilizamos diversos mecanismos para expressar a mensagem que desejamos. Expressões faciais, gestos, alteração no tom de voz, entre outros, auxiliam na comunicação. Dessa forma, o meio utilizado, dependendo do nível de interação que possibilita, pode afetar a qualidade da comunicação.

## 5.2 Cultura

A cultura é apontada como uma categoria de grande influência na engenharia de requisitos em ambientes de DDS. Tanto a cultura nacional quanto a organizacional podem afetar a engenharia de requisitos. Com base nas abordagens estudadas, foram selecionados os fatores contexto, atitude e valores, conforme apresentado na Fig. 7.

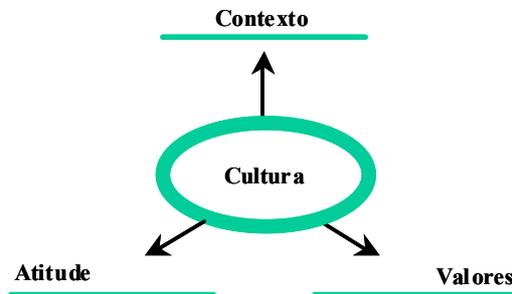


Fig. 7. Fatores associados à cultura.

Contexto é um fator cultural com impacto na engenharia de requisitos. A compreensão do contexto onde o software em desenvolvimento será inserido é importante para o correto desenvolvimento do software. Ao abranger culturas diferentes, a dificuldade de entendimento tende a crescer. Em culturas similares, as dificuldades causadas por contexto, em geral, se reduzem.

As atitudes dos envolvidos no processo de requisitos podem variar de acordo com a cultura a que pertencem. Atitudes em relação à hierarquia, pontualidade, formalidade e contato físico, por exemplo, tendem a variar entre culturas. Com isso, pessoas de culturas diferentes podem se sentir incomodadas com as atitudes umas das outras, favorecendo situações de conflito.

Outro fator a ser considerado sob a ótica da cultura são os valores. Culturas diferentes tem valores diferentes, dificultando a priorização e negociação dos requisitos. Algumas culturas valorizam a estabilidade, tendendo a desejar que características existentes de um sistema sejam mantidas. Outras culturas valorizam inovação, priorizando mais novas funcionalidades do que a manutenção de antigas, por exemplo. Por outro lado, pessoas com valores similares tendem a obter mais facilmente consenso na definição de requisitos.

A cultura organizacional, muitas vezes, auxilia a reduzir as diferenças de cultura nacional entre equipes, ao guiar, mesmo que indiretamente as atitudes e valores de seus colaboradores.

### 5.3 Gestão de Conhecimento

O processo de engenharia de requisitos envolve grande volume de informações. Captar, processar, armazenar e disponibilizar o conhecimento gerado pelo processo de requisitos, bem como unificar a visão organizacional são questões que devem ser endereçadas pela gestão do conhecimento. Os principais fatores identificados em relação a gestão do conhecimento são gerenciamento de papéis, *awareness*<sup>1</sup> e gerenciamento de informações, como apresentado na Fig. 8.

<sup>1</sup> consciência, percepção, conhecimento geral sobre as atividades e sobre o grupo.

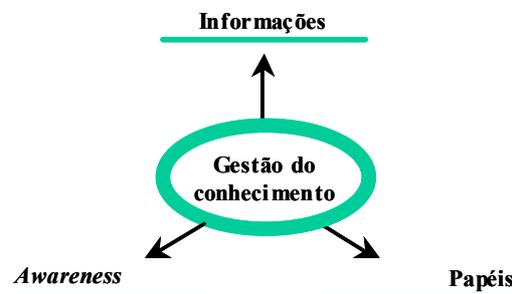


Fig. 8. Fatores associados à gestão do conhecimento

O gerenciamento de informações influencia a engenharia de requisitos em ambientes DDS. A gestão do conhecimento atua de forma transversal às categorias identificadas, auxiliando, por exemplo, nos processos utilizados e na gerência de informações culturais. O processo engenharia de requisitos, por exemplo, envolve documentos cujo conteúdo pode ter diversas origens. A obtenção, processamento e disponibilização dessas informações agilizam o processo de requisitos e auxiliam na obtenção de bons resultados. Além disso, a necessidade de informações culturais relacionadas com o local onde o software a ser desenvolvido será utilizado é importante para definir características desse software, como, por exemplo, a interface. A cor vermelha representa perigo nos Estados Unidos, e alegria na China. Cores de alertas podem adquirir significados diferentes entre esses países. De posse desse tipo de informação, as equipes envolvidas no processo de engenharia de requisitos podem analisar as considerações necessárias para adaptação a cada cultura.

Outro fator importante no DDS é a gestão do conhecimento relativo aos papéis e contatos envolvidos no processo de requisitos. Durante o processo é importante o conhecimento dos responsáveis por cada atividade. No desenvolvimento co-localizado esse conhecimento circula de maneira informal. Entretanto, com a distribuição das equipes, há a necessidade de uma forma de disponibilizar esse conhecimento, facilitando a identificação dos papéis e localização dos responsáveis por cada tarefa.

O *awareness*, também relacionado com a gestão do conhecimento, é um importante no DDS. Equipes distribuídas necessitam ter conhecimento do que está acontecendo em cada uma das localidades envolvidas no processo. Mudanças na especificação e alterações nas regras de negócio, por exemplo, devem ser alertadas para as equipes.

#### 5.4 Aspectos Técnicos

Diversos aspectos técnicos influenciam a engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. O processo de requisitos é afetado por mecanismos de coordenação e controle, por exemplo, que podem auxiliar a reduzir o impacto causado pela distribuição das equipes no processo de requisitos. Os fatores identificados, em

relação a aspectos técnicos, foram padrões, processos e gerência de configuração, conforme apresentados na Fig. 9.



Fig. 9. Fatores associados à aspectos técnicos

Padrões são aspectos técnicos associados com o processo de engenharia de requisitos. Com a necessidade de maior formalização causada pelo desenvolvimento distribuído de software, evoluiu-se em busca de padrões. Modelos de maturidade do processo de desenvolvimento, como o SW-CMM (*Capability Maturity Model*) endereçam diversas dificuldades comuns no DDS. Ao mesmo tempo, há a necessidade de padronização dos documentos envolvidos no processo, bem como na estrutura dos requisitos e casos de uso utilizados.

A utilização de processos também é um fator técnico associado com a engenharia de requisitos em ambientes distribuídos. A estruturação das atividades das equipes envolvidas na engenharia de requisitos é fundamental para controle do que está sendo realizado. Processos equivalentes para toda organização é uma prática importante, pois evita entendimentos diferentes da ordem das atividades, papéis e responsabilidades de cada um.

Os diversos documentos utilizados e a necessidade de rastreabilidade fazem da gerência de configuração um fator importante na engenharia de requisitos em DDS. O controle de versões dos documentos utilizados é fundamental para que a equipe trabalhe sobre uma versão consistente do documento de requisitos. Além disso, é necessário que documentos com alterações à especificação inicial estejam disponíveis rapidamente, e de forma consistente para todas as equipes envolvidas. A gerência dos requisitos em ambientes distribuídos adquire novas dimensões, pois, em alguns casos, requisitos de um software são divididos entre diversos locais de desenvolvimento. A manutenção da rastreabilidade é fundamental para evitar dificuldades na identificação da localidade responsável por cada requisito do software.

## 6 Considerações Finais

A engenharia de requisitos exerce um papel crítico no processo de desenvolvimento de software. Os resultados da engenharia de requisitos são utilizados por todas as etapas subsequentes de desenvolvimento. Com base nos requisitos são realizadas estimativas, a modelagem, o desenvolvimento e os testes.

Diversas são as dificuldades intrínsecas ao processo de engenharia de requisitos. Muitas dessas dificuldades são exacerbadas quando há dispersão das equipes envolvidas no processo de software. Algumas dificuldades novas surgem nesse ambiente.

Considerada a crescente adoção do DDS, ainda existem poucos estudos abordando o impacto exercido na engenharia de requisitos. Nos estudos encontrados, os aspectos técnicos não são avaliados em detalhe. Claramente são necessários processos, padrões e ferramentas para compensar as dificuldades causadas pela distribuição das equipes na engenharia de requisitos.

Esse estudo visa realizar os primeiros passos em direção a um processo de engenharia de requisitos para ambientes de desenvolvimento distribuído de software. Sua principal contribuição é uma compilação das abordagens encontradas e a construção de um modelo de referência que incorpora aspectos técnicos relevantes na engenharia de requisitos em DDS, além das categorias não técnicas usualmente referenciadas na literatura.

## **Referências Bibliográficas**

1. Herbsleb, James; Moitra, Deependra. Global Software Development. IEEE Software. 2001. 5p.
2. Sommerville, Ian; Sawyer, Peter. Requirements Engineering – a good practice guide. Wiley, 1997
3. Zowghi, Didar. Does Global Software Development need a different requirements engineering process? Proceedings of International Workshop on Global Software Development 2002. 2002. 3p.
4. Nuseibeh, Bashar; Easterbrook, Steve. Requirements Engineering: a Roadmap. ACM - Future of Software Engineering. 2000. pp 37-45
5. Pressman, Roger S. Software Engineering: a practitioner's approach. 5th ed. McGraw Hill. 2001. 860p
6. Thayer, Richard; Dorfman, Merlin. System and Software Requirements Engineering – Second Edition. IEEE Computer Society Press Tutorial. 2000. 528p
7. Carmel, Erran. Global Software Teams – Collaborating Across Borders and Time Zones. Prentice Hall. 1999. 269p.
8. Karolak, Dale Walter. Global Software Development – Managing Virtual Teams and Environments. IEEE Computer Society. Los Alamitos, EUA. 1998. 159p.
9. Damian, Daniela; Zowghi, Didar. An insight into the interplay between culture, conflict and distance in globally distributed requirements negotiations. Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS'03). IEEE. 2002.10p
10. Lloyd, James W.; Rosson, Mary B.; Arthur, James D. Effectiveness of Elicitation Techniques in Distributed Requirements Engineering. Proceedings of the IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering (RE'02). IEEE. 2002. 8p.
11. Prickladnicki, Rafael; Audy, Jorge; Evaristo, Roberto. Requirements Management in Global Software Development: Preliminary Findings from a Case Study in a SW-CMM context. Proceedings of International Workshop on Global Software Development 2003. 2003. 6p.
12. Mahemoff, M. J.; Johnston, L. J.; Software Internationalisation: Implication for Requirements Engineering. Proceedings of the Third Australian Workshop on Requirements Engineering. 1998. 6p.