

Uma Avaliação sobre Rastreabilidade de Software no Contexto do MPS.BR

Marcelio D'Oliveira Leal
Faculdade de Computação –
Instituto de Ciências Exatas e
Naturais (ICEN) –
Universidade Federal do
Pará (UFPA) - Brasil
marcelioleal@gmail.com

Sandro Ronaldo Bezerra
Oliveira
Faculdade de Computação –
Instituto de Ciências Exatas e
Naturais (ICEN) –
Universidade Federal do
Pará (UFPA) - Brasil
srbo@ufpa.br

Cleudson Ronald Botelho de
Souza
Faculdade de Computação –
Instituto de Ciências Exatas e
Naturais (ICEN) –
Universidade Federal do
Pará (UFPA) - Brasil
cdesouza@ufpa.br

Abstract

The need to increase the productivity and competitiveness among software development organizations has demanded additional quality from these companies. Thus, the adoption of a processes quality model is a growing activity, mainly with the creation of the MPS.BR model, the Brazilian program for software process improvement. In this context, an activity that increases the quality and is basic is the software traceability. This paper presents an overview about the software traceability activity, one of the expected results of the requirements management in the MR-MPS.BR.

Resumo

A necessidade do aumento de produtividade e competitividade entre as instituições de desenvolvimento de software tem exigido cada vez mais qualidade para as mesmas. Assim, a adoção de um modelo de qualidade de processos é uma atividade que cresce, principalmente com a criação do MPS.BR, programa de melhoria de processo de software brasileiro. Neste aspecto, uma atividade que aumenta a qualidade e é fundamental para a qualidade do processo é a rastreabilidade de software. Este trabalho apresenta uma visão sobre a atividade de rastreabilidade de software, um dos resultados esperados da gerência de requisitos no MR-MPS.BR.

1. Introdução

Modelos de referência para melhoria de processos de desenvolvimento de software atuais como CMMI [28], ISO 12207 [11] e MPS.BR [29] têm destacado a importância que é a gerência dos requisitos para a

qualidade do processo de software, e ultimamente para o produto final. No modelo MPS.BR, por exemplo, a gerência de requisitos é um processo fundamental, já que faz parte do nível G.

A gerência de requisitos (GRE) é a área do processo que tem como objetivo controlar a criação e evolução destes requisitos [32]. De fato, o sucesso da GRE depende diretamente de quão bem definidos são os relacionamentos entre os requisitos e entre os outros conjuntos de artefatos gerados durante o processo de desenvolvimento [20]. Esta tarefa é responsabilidade da Rastreabilidade de Software (RS).

A RS tem se mostrado um importante aspecto de apoio ao processo de desenvolvimento de software, além de contribuir para uma melhor qualidade do produto final [1, 21, 25, 31].

O objetivo deste trabalho é apresentar os conceitos utilizados nas abordagens atuais de rastreabilidade, apresentar a rastreabilidade no contexto do MPS.BR, fazer uma breve avaliação em relação aos conceitos atuais e propor melhorias.

O restante deste trabalho está organizado como segue. Na seção 2 é apresentado o conceito de RS e conceitos relacionados. Na seção 3, é apresentado brevemente o modelo MPS.BR, enquanto que a seção 4 traz um comparativo de conformidades entre o MPS.BR e os conceitos relacionados com a RS. Finalmente, conclusões e trabalhos futuros são apresentados na seção 5.

2. Rastreabilidade de Software

A Rastreabilidade de Software é a capacidade de relacionar [31]:

- Artefatos ou parte deles criados durante o processo de desenvolvimento de software;

- *Stakeholders* que contribuam com a elaboração de um artefato, e;
- Decisões e informações que contribuirão para a construção de um artefato.

Spence & Probasco [32] definem item de rastreabilidade como: “Qualquer item textual ou item de modelo, que as necessidades serão ligadas a outro item textual ou item de modelo”. Pode-se citar como exemplo de item de rastreabilidade um caso de uso, ou uma classe de projeto, ou mesmo um artefato da fase de implementação. Deve-se observar que o requisito é o principal item de rastreabilidade utilizado.

Dentre os benefícios gerados pela RS pode-se citar [5, 8, 14, 31]:

- Análise da completude e corretude do software acompanhada a partir dos requisitos;
- Análise de riscos e impactos sobre modificações/integrações no software, a identificação de possíveis conflitos entre os requisitos;
- Aumento da reutilização a partir da identificação de componentes utilizando as características descritas nos requisitos e os links entre os mesmos; e
- Testes contínuos sobre os requisitos durante todo o ciclo de desenvolvimento.

A razão mais clara para se utilizar a RS é o apoio à análise de impacto, que é a identificação do impacto que uma mudança de requisitos gerará [7].

Outro importante fator a ser considerado é a granularidade dos itens de rastreabilidade. Quanto mais alta granularidade mais precisa é a análise de impacto, e menor é o tempo gasto para identificar as áreas exatas que serão modificadas em uma eventual mudança [7]. Porém, quanto menor a granularidade mais o processo de RS fica simplificado, possibilitando até a criação de um modelo de rastreabilidade de maneira manual, porém sem alguns de seus benefícios característicos.

Esta definição da granularidade dos itens é difícil, e geralmente tem critérios distintos entre as instituições que executam a RS. Ainda, o critério depende também do nível de maturidade que a instituição está avaliada ou deseja alcançar, pois quanto mais madura, maior é o número de itens rastreáveis, menos viável é uma rastreabilidade manual e aumenta a necessidade de se ter maior precisão na análise de impacto.

Apesar de todas essas vantagens e de anos de pesquisa na área, estudos empíricos das necessidades e práticas de rastreabilidade na indústria apresentam um cenário onde a rastreabilidade é raramente estabelecida de maneira produtiva em ambientes industriais [27] [2]. Segundo Spanoudakis [31], isto se deve principalmente

pela dificuldade de se automatizar a geração dos itens e *links* de rastreabilidade com a clareza e semântica necessárias para assim prover efetivamente os benefícios já citados com um bom custo-benefício.

2.1 Dimensões da Rastreabilidade

Na rastreabilidade pode-se classificar em dimensões a maneira que as informações são extraídas e organizadas (ver [3]). A Tabela 1 apresenta uma visão sumarizada das dimensões.

É importante para o sucesso da rastreabilidade que aspectos de todas estas dimensões sejam incorporados ao processo de GRE principalmente. As seções a seguir abordam um detalhamento de cada uma destas dimensões.

Tabela 1. Dimensões da Rastreabilidade

Dimensão	Categorias	
D1	Vertical	Horizontal
D2	Estrutural	Cognitiva (Baseado em Conhecimento)
D3	Implícita	Explícita

2.2 Tipos de *Links* de Rastreabilidade

Um *link* de rastreabilidade é um relacionamento entre itens de rastreabilidade. Os *links* são referências que ligam os itens, por exemplo, um requisito a uma classe de projeto ou a um caso de teste [15]. Em geral, estes tipos de *links* pertencem a oito principais grupos com sentidos semânticos distintos [27, 31] apresentados na Tabela 2.

Ainda, os grupos definem visões diferentes para o ciclo de vida de um determinado item de rastreabilidade, como um requisito. Estas visões trazem maior importância ao modelo de rastreabilidade e subsidiam decisões e o acompanhamento de diferentes *stakeholders*. Resumidamente, trazem a real qualidade inerente à rastreabilidade para o processo de desenvolvimento de software como um todo.

Estas visões servem como base para diferentes atividades como a gerência de requisitos, gerência de projeto e desenvolvimento [10]. Cada visão dessas subsidia um *stakeholder* diferente como: gerente de requisitos, gerente de projetos e clientes, entre outros. Os *links* podem ser agrupados em dois contextos básicos segundo Ramesh [27]: relacionados ao produto, que são os links que representam os relacionamentos ou características do produto; e os relacionados ao processo, que são os relacionados ao ciclo de vida do processo, sua evolução e ações realizadas.

A Tabela 2 apresenta os principais grupos de tipos de *links*, seus propósitos e seu respectivo contexto.

Tabela 2. Principais Grupos de Tipos de Links

Tipo	Contexto	Propósito
<i>Rationale</i>	Produto	Documentar as motivações ou justificativas para cada modificação ou evolução nos itens de rastreabilidade.
Satisfação	Processo e Produto	Assegurar que a evolução para cada nível de abstração do item de rastreabilidade satisfaça o requisito inicial.
Dependência	Produto	Registrar as dependências entre os itens de rastreabilidade.
Evolução	Processo	Registrar as evoluções de cada item de rastreabilidade no decorrer do seu ciclo de vida em cada nível de abstração.
Abstração	Produto	Registrar a generalização ou especialização em um mesmo nível de abstração.
Sobreposição	Produto	Registrar a sobreposição de funcionalidades entre os itens.
Conflito	Produto	Registrar conflitos entre os itens.
Contribuição	Produto	Registrar os <i>stakeholders</i> que contribuíram em um item.

3. MPS.BR

O modelo MPS.BR [29] é um programa para Melhoria de Processo de Software Brasileiro. É baseado nas normas ISO/IEC 12207 [11], ISO/IEC 15504 [12] e é compatível com o CMMI. Este modelo é baseado nas melhores práticas da Engenharia de Software.

O MPS.BR está dividido em três (3) componentes: Modelo de Referência (MR-MPS), Método de Avaliação (MA-MPS) e Modelo de Negócio (MN-MPS). Cada componente é descrito por meio de guias e/ou de documentos do MPS.BR.

O MR-MPS tem como base níveis de maturidade, seqüenciais e acumulativos. Estes níveis de maturidade combinam processos e capacidade dos processos. As normas ISO/IEC 12207 (emendas 1 e 2) e ISO/IEC 15504-5 foram a base para a descrição dos processos e as capacidades dos processos.

Os níveis de maturidade são estágios de melhoria de implementação de processos na organização. São sete os níveis do MR-MPS: A (Em Otimização), B (Gerenciado Quantitativamente), C (Definido), D (Largamente Definido), E (Parcialmente Definido), F (Gerenciado) e G (Parcialmente Gerenciado). O nível G é o inicial, indicando que ele é mais imaturo que os demais níveis, e o nível A é o mais maduro. A Tabela 3 apresenta os níveis e seus respectivos processos.

Tabela 3. Níveis do MPS.BR

Nível	Processos
A	Análise de Causas de Problemas e Resolução (ACP)
B	Gerência de Projetos (evolução)
C	Análise de Decisão e Resolução (ADR); Desenvolvimento para Reutilização (DRU); Gerência de Riscos (GRI); Gerência de Reutilização (evolução)
D	Desenvolvimento de Requisitos (DRE); Projeto e Construção do Produto (PCP); Integração do Produto (ITP); Verificação (VER); Validação (VAL)
E	Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional (AMP); Definição do Processo Organizacional (DFP); Gerência de Reutilização (GRU); Gerência de Recursos Humanos (GRH); Gerência de Projetos (evolução)
F	Gerência de Configuração (GCO); Garantia da Qualidade (GQA); Medição (MED); Aquisição (AQU)
G	Gerência de Projetos (GPR); Gerência de Requisitos (GRE)

4. Rastreabilidade de Software no contexto do MR-MPS

A RS é muito utilizada no MR-MPS. A matriz de rastreabilidade, por exemplo, pode ser utilizada para evidenciar vários outros resultados esperados de processos distintos conforme o guia de implementação. Porém, é na GRE que há o único resultado esperado que se refere diretamente à RS.

O terceiro resultado esperado da GRE (GRE3) [29]:

“A rastreabilidade bidirecional entre os requisitos e os produtos de trabalho é estabelecida e mantida”.

Neste contexto, percebe-se a preocupação em: avaliar o impacto de mudanças (em direção à implementação), e verificar a satisfação dos requisitos (em direção à origem).

Em contrapartida, o guia de implementação [30], de maneira resumida, propõe para o GRE3 apenas 2 conceitos principais em rastreabilidade no que se diz respeito a tipos de *links* e dimensões. A princípio é citado que para se alcançar este resultado deve-se criar o seguinte mecanismo:

“Um mecanismo que permita rastrear a dependência entre os requisitos e os produtos de trabalho deve ser estabelecido.”

Posteriormente, é corroborado que deve-se realizar a rastreabilidade horizontal/vertical considerando uma das dimensões citadas.

“A rastreabilidade bidirecional deve acontecer tanto de forma horizontal quanto vertical.”

Apenas um dos vários tipos de *links* é citado, mas, neste caso, o tipo *dependência* tem um contexto maior, que muitas vezes acaba não sendo apenas dependência.

A falta de clareza e semântica necessária na rastreabilidade de software é um dos principais fatores citados por Spanoudakis [31] para que, muitas vezes, não sejam institucionalizados processos de rastreabilidade de software na indústria com um bom custo-benefício. Além disso, a falta de padronização de tipos de *links* colabora para que, muitas vezes, não se consiga um padrão de rastreabilidade manual nem mesmo dentro da mesma instituição [26, 27].

Três dos principais componentes para a RS são:

- definição dos itens de rastreabilidade;
- definição dos tipos de links de rastreabilidade;
- definição do modelo de análise de impacto.

Destes componentes somente a definição dos tipos de *links* de rastreabilidade está sendo considerada nos resultados esperados da GRE do MPS.BR, e mesmo assim de maneira limitada.

4.1 Definição de Itens de Rastreabilidade

A definição de itens de rastreabilidade é a base de toda a rastreabilidade. Os principais aspectos que influenciam na definição dos itens de rastreabilidade são [18]: o modelo de processo; o nível de maturidade da instituição; e o nível de automatização do processo de rastreabilidade.

Dependendo do modelo de processo os tipos de itens podem ser mais facilmente definidos. Algumas abordagens, como o RUP – *Rational Unified Process*, trazem consigo um vocabulário de itens que pode servir como base para esta definição.

Além disso, quanto maior a maturidade da instituição, maior o número de itens necessários para criação do modelo de rastreabilidade, isto é devido a inclusão de novos processos.

Finalmente, outro fator importante na definição dos itens de rastreabilidade é o nível de automatização. Se a rastreabilidade for manual, as informações deverão ter maior granularidade para viabilizar a RS. Quanto maior a automatização, maior a possibilidade de diminuição da granularidade para que se ganhe em riqueza e precisão das informações.

A partir da definição dos itens pode-se estabelecer uma política padrão de construção dos links.

Uma abordagem foi descrita em [17, 18] onde são definidos tipos de itens para dois modelos de processos. Um modelo de processo simplificado e um outro baseado no RUP. Em ambos os casos há a definição de dois sub-tipos de itens: artefato e item.

Os artefatos são os modelos e/ou especificações que compõem a documentação do sistema e pertencem a

um modelo gerado por um processo, como a GRE. Os itens, geralmente, são partes com significado definido destes artefatos como: classes, casos de uso e atores.

Na ferramenta descrita na abordagem de Leal, em [18], são escolhidos alguns artefatos para atuarem como a base para a criação dos itens. A Tabela 4 apresenta os artefatos configurados para o processo de rastreabilidade em cada fase.

Tabela 4. Fases e Artefatos considerados na rastreabilidade

Fase	Artefatos
Requisitos	Lista de Requisitos Especificação de Caso de Uso Especificação de Regras de Negócio
Análise e Projeto	Diagrama de Caso de Uso Diagrama de Robustez Diagrama de Classes
Teste	Especificação de Caso de Teste
Implementação	Unidade de Código

4.2 Definição de Tipos de Links de Rastreabilidade

A definição dos tipos de *links* de rastreabilidade está diretamente ligada ao objetivo do modelo de rastreabilidade da instituição. No MPS.BR fica explícito apenas o *link* de dependência entre os itens. Porém, as relações entre os itens são bem mais complexas e exigem maior definição para melhor custo-benefício da rastreabilidade. Assim, é necessário que sejam definidas quais serão os tipos de *links* utilizados no modelo de rastreabilidade e quais serão os *stakeholders* que se utilizarão dos mesmos.

A dependência é uma visão importante para a RS, porém, as visões de evolução, conflito, sobreposição e contribuição também possuem sua importância para instituições que trabalham no nível G por exemplo.

Em outro caso, instituições que realizam apenas levantamento e especificação de requisitos têm como aspecto fundamental uma visão de *rationale*.

Quanto maior a maturidade da empresa, maior a possibilidade de se adicionar visões ao modelo de rastreabilidade. Por exemplo, a visão de abstração fica mais interessante se uma instituição encontra-se no nível D e executa o processo de PCP e ITP. Adicionalmente, um modelo de rastreabilidade com mais riqueza semântica pode apoiar os processos de reutilização [31]. Os processos de GRU e DRU podem ser otimizados pela rastreabilidade e fornecer subsídios para que determinados componentes de software sejam identificados em alto-nível, ou mesmo, sejam corretamente encapsulados e preparados para o repositório de ativos reutilizáveis.

O processo de VER é diretamente apoiado pelo modelo de rastreabilidade, porém a simples visão de dependência subsidia pouco este processo. Além de planejar testes regressivos a partir de informações do modelo de rastreabilidade, o processo de VER pode definir estratégias de testes distintas entre os requisitos se houver uma visão de sobreposição ou mesmo conflito, entre outros aspectos importantes.

A Tabela 5 apresenta uma relação entre os níveis do MPS.BR e a necessidade de alguns dos tipos de *links* em cada nível especificamente, considerando assim o momento em que determinado tipo de link se torna justificável em termos de custo-benefício.

Tabela 5. Relação dos Níveis e dos Tipos de Links

Nível	Tipos de Links	Justificativa
C	Conflito	A partir da inclusão dos processos ADR, DRU e GRI a visão de conflito se torna um importante aspecto de apoio a estes processos.
D	Satisfacibilidade Sobreposição Abstração	A partir dos processos de engenharia as visões de satisfacibilidade, sobreposição e abstração se tornam mais importantes principalmente para os papéis que trabalham diretamente com implementação, integração e, análise e projeto.
F	Contribuição	Esta visão se torna mais importante a partir da gestão de configuração instituída.
G	Evolução Dependência <i>Rationale</i>	A visão de evolução e dependência são a base da rastreabilidade representam em parte a dimensão horizontal e vertical. A visão <i>rationale</i> é importante principalmente para as instituições que realizam apenas gerência e desenvolvimento de requisitos.

4.3 Nível de Automatização do Processo de Rastreabilidade

Um processo de rastreabilidade raramente é estabelecido de forma manual com bom custo-benefício [2, 27]. Assim, é necessário que para a implantação RS uma preparação para a automatização. Neste contexto, a aplicação dos conceitos das dimensões da RS auxiliam esta tarefa.

O MPS.BR cita apenas a dimensão vertical/horizontal. Esta dimensão é importante principalmente no que se diz respeito ao escopo da rastreabilidade.

A dimensão estrutural/cognitiva e a dimensão explícita/implícita focam na forma que a informação é apresentada nos artefatos e dados do processo. É

importante, para um processo mais automatizado, que seja priorizada a estrutural. Já em relação à dimensão explícita/implícita, ambas são possíveis de automatização, porém a explícita proporciona resultados mais confiáveis, enquanto a implícita proporciona descobertas menos claras e também auxiliam na classificação dos *links*.

4.5 Melhorias propostas ao MPS.BR

Nas seções anteriores foram citadas as deficiências atuais do modelo MPS.BR e os aspectos que devem ser incluídos neste modelo. A Tabela 6 apresenta algumas práticas que devem ser incluídas para uma atualização do MPS.BR para que sejam satisfeitas todos os aspectos discutidos.

Tabela 6. Melhorias propostas ao Modelo MPS.BR

Aspecto Importante	Proposta de Melhoria
Conceitos de Rastreabilidade	Adicionar os conceitos de item e <i>link</i> de RS no Guia de Implementação, no GRE3.
Definição dos Itens de Rastreabilidade	Adicionar uma atividade, que é a definição dos itens de rastreabilidade como aspecto fundamental e inicial para a RS, no Guia de Implementação, no GRE3.
Definição dos Tipos de Itens de Rastreabilidade	Adicionar mais um Resultado Esperado ao processo de GRE que foque numa definição das visões geradas pela rastreabilidade, suas responsabilidades, os principais <i>stakeholders</i> beneficiados e a forma que ela deverá ser desenvolvida (manual ou automática).
Automatização do processo de rastreabilidade	Adicionar no Guia de Implementação todos os conceitos das dimensões da rastreabilidade para que sejam focadas desde o início do processo de rastreabilidade, possibilitando assim, maior possibilidade de automatização entre outros aspectos.
Evolução da rastreabilidade	A partir do nível D, adicionar um novo resultado esperado para a criação de uma política de rastreabilidade viável e com foco no custo-benefício, contendo as informações necessárias para a RS e a justificativa para cada informação adicionada ao modelo.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

A Rastreabilidade de Software é uma prática muito útil e importante no desenvolvimento de sistemas de software. Ela permite ter um maior controle na evolução dos requisitos, assim sendo muito relevante durante todo o processo de desenvolvimento. Portanto, a RS é uma prática muito desejável nos projetos, ainda que pouco utilizada.

O MR-MPS.BR inclui a atividade de rastreabilidade no contexto de gerência de requisitos onde foca principalmente nas visões de dependência e na dimensão vertical/horizontal em *links* bidirecionais.

Além disso, diversos outros processos do modelo podem se utilizar da rastreabilidade para alcançar seus resultados esperados, principalmente processos em níveis de maturidade maiores. Isto demonstra a importância das informações de rastreabilidade.

Assim, é necessário que o MR-MPS amplie a definição e incorpore os conceitos mais recentes da rastreabilidade a fim de aumentar a qualidade dos processos como um todo e proporcionar um bom custo-benefício para esta atividade. Fomentando assim, a adoção de boas práticas de rastreabilidade, por consequência mais qualidade.

Como trabalhos futuros podem se destacar: a análise do impacto da rastreabilidade em outros processos do MR-MPS; um comparativo de ferramentas que podem dar suporte à esta tarefa compatíveis com o modelo; e um estudo do grau de dificuldade para adicionar conhecimento à rastreabilidade em instituições que utilizam MPS.BR.

6. Referências

- [1] Antoniol, G., et all. (2002) "Recovering Traceability Links between Code and Documentation". IEEE Transactions on Software Engineering, 28(10), 970-983.
- [2] Arkley P., Mason P. and Riddle S. (2006) "Position Paper: Enabling Traceability". Proceedings of 1st International Workshop on Traceability in Emerging Forms of Software Engineering, 61-65.
- [3] Bianchi, A., Fasolino, A. R. and Visaggio, D. (2000) "An exploratory case study of the maintenance effectiveness of traceability models". In Proc. 8th Int'nl Workshop on Program Compr. Pages 149-158. IEEE CS Press.
- [5] Cleland-Huang, J. (2006) "Requirements traceability - when and how does it deliver more than it costs?". Proceedings of the 14th IEEE International Requirements Engineering Conference, p. 323, Washington, USA. IEEE Computer Society.
- [7] De Lucia, A., Fausano, F. and Oliveto, R. (2008) "Traceability Management for Impact Analysis". Frontiers of Software Maintenance, FoSM, p. 21-30, Beijing-China.
- [8] Egyed A. and Gruenbacher P. (2002) "Automatic Requirements Traceability: Beyond the Record and Replay paradigm". Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Automated Software Engineering (ASE), Edinburgh, UK.
- [10] Heindl, M. and Biffl, S. (2006) "Risk management with enhanced tracing of requirements rationale in highly distributed projects". In GSD'06: Proceedings of the 2006 international on Global software development for the practitioner, pages 20-26, New York, NY, USA. ACM Press.
- [11] ISO/IEC 12207 International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission (2008) "ISO/IEC 12207:2008 Systems and Software Engineering -Software Life Cycle Processes". Genebra: ISO, Março.
- [12] ISO/IEC 15504-2 International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission (2003) "ISO/IEC 15504-2: Information Technology - Process Assessment - Part 2 - Performing an Assessment", Genebra: ISO.
- [14] Kelleher, J. and Simonsson, M. (2006) "Utilizing use case classes for requirement and traceability modeling". Proceedings of the 17th IASTED, p. 617-625, Anaheim, USA. ACTA Press.
- [15] Kelleher, J. (2006) "Traceability Patterns". Proceedings of ECMDA Traceability Workshop, Bilbao.
- [17] Leal, M., Figueiredo, M. C. and De Souza, C. R. B. (2008) "Uma abordagem semi-automática para a manutenção de *links* de rastreabilidade". In: 11th Workshop on Requirements Engineering, 2008, Barcelona, ES. Proceedings of the 11th Workshop on Requirements Engineering, p. 47-58.
- [18] Leal, M. D. (2009) "Uma Abordagem Semi-automática para Rastreabilidade de Software". Orientador: Cleidson Ronald Botelho de Souza. Dissertação de Mestrado, a ser Defendida em Agosto/2009, UFPA - PPGCC.
- [20] Letelier, P. (2002) "A framework for requirements traceability in uml-based projects". In Proc. of 1st International Workshop on Traceability in Emerging Forms of Software Engineering, pp. 32-41, Edinburgh, U.K.
- [21] Lindval, M. and Sandahl, K. (1996) "Practical Implications of Traceability". Software Practice and Experience, vol. 26, no. 10, p. 1161-1180.
- [25] Pohl, K. (1996) "Process-Centered Requirements Engineering". John Wiley Research Science Press.
- [26] Ramesh, B. (1998) "Factors influencing requirements traceability practice". Communication of the ACM, Vol. 41, No. 12, pp. 37-44.
- [27] Ramesh B. and Jarke M. (2001) "Towards Reference Models for Requirements Traceability". IEEE Transactions in Software Engineering, 27(1), 58-93.
- [28] SEI. Software Engineering Institute (2006) "CMMI for Development (CMMI-DEV)", Version 1.2, Technical report CMU/SEI-2006-TR-008. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- [29] Softex (a) - Sociedade para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (2007) "MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro", Guia Geral, versão 1.2.
- [30] Softex (b) - Sociedade para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (2007) "MPS.BR - Guia de Implementação - Parte 2", Guia de Implementação, versão 1.1.
- [31] Spanoudakis, G. and Zisman, A. (2005) "Software Traceability: A Roadmap". Advances in Software Engineering and Knowledge Engineering, Vol. 3: Recent Advances,(ed) S.K Chang, World Scientific Publishing, ISBN:981-256-273-7.
- [32] Spence I. and Probasco L. (2000) "Traceability Strategies for Managing Requirements with Use Cases". Rational Software White Paper.