

# Mind Maps in the Requirements Traceability

Alessandro S. Duarte, José Augusto Fabri  
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Cornélio Procópio – Paraná – Brasil  
 {duarte,fabri}@utfpr.edu.br

Alexandre L'Erario, Elias Canhadas Genvigir  
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Cornélio Procópio – Paraná – Brasil  
 {alerario,elias}@utfpr.edu.br

**Abstract** — *This work proposes a model of requirements traceability based on mind maps. This model was developed for a Software Company in southern Brazil. In addition to the proposed model, the maps were applied to the process description and software features specification.*

**Mind Map; Traceability; Software Process; Requirements.**

## I. INTRODUÇÃO

Atualmente poucas empresas brasileiras produzem software com padrões de qualidade reconhecidos pelos modelos de maturidade. Este fato pode ser comprovado ao analisar a quantidade de empresas certificadas no modelo CMMI, o Brasil possui 125, somente 7 delas possuem nível máximo de certificação (fonte: [www.sei.cmu.edu](http://www.sei.cmu.edu)). Para efeitos comparativos, a China possui 1557 (35 nível 5) e a Índia 462 (108 nível 5).

Este fato, aliado a alta carga tributária e a deficiência na formação de mão obra na área de tecnologia da informação, mais precisamente na área de engenharia de software, caracteriza como fonte inibidora no processo de expansão externa deste setor no Brasil. Universidade, empresa e governo devem desenvolver mecanismos que alterem este cenário.

Dentro deste contexto encontra-se o objetivo deste trabalho, propor um modelo de rastreabilidade de requisitos de software permeado por mapas mentais, cuja principal meta é desenvolver técnicas que possibilitem mapear de maneira clara, simples e consistente a rastreabilidade dos requisitos de software dentro de um processo de produção. Ao institucionalizar a rastreabilidade dos requisitos, questões ligadas ao processo de produção são discutidas e melhoradas dentro do ambiente produtivo. Melhorar o referido ambiente, com o objetivo de buscar níveis de qualidade expressivos e competitivos internacionalmente, é de extrema importância para a expansão do setor produtivo de software brasileiro.

## II. MAPAS MENTAIS

Um mapa mental é caracterizado como um diagrama hierarquizado de informações, nele é possível perceber facilmente as relações e os vínculos entre elas [1]. O mapa facilita a interpretação das palavras, das imagens, dos números e conceitos lógicos, de maneira clara, concisa e consistente [2]. Nesse sentido, pode-se afirmar que todo mapa caracteriza-se como uma ferramenta de organização de ideias. Dentro deste contexto, a ideia principal se localiza no nó central do diagrama e as ramificações hierarquizadas (demais nós) subsidiam o entendimento da mesma.

É possível relacionar a estrutura de um mapa mental com um neurônio, a ideia central se constitui núcleo da célula e as ramificações hierarquizadas caracterizam os dendritos [2] (vide Figura 1).

É importante ressaltar que os mapas mentais são utilizados na representação do conhecimento em vários domínios, este trabalho destaca alguns: na preparação de aulas [8], leitura, revisão de conteúdo, anotações, apresentações, geração de ideias [7,8], gerenciamento de tempo [8], formação de equipes [10] e elaboração de projetos [10].

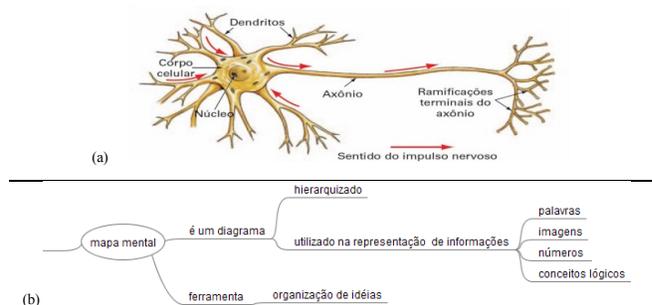


Figura 1. Relação entre neurônio e um mapa mental - (a) adaptado de [13] - (b) proposta pelos autores

## III. GERÊNCIA E RASTRABILIDADE DE REQUISITOS

Uma das maiores dificuldades para a engenharia de requisitos é o controle e a agregação de novos requisitos ao projeto de software, isso ocorre devido ao impacto das propostas de alteração, à inflexibilidade dos processos e a dificuldade de assessorar essas mudanças.

A gerência de requisitos visa à resolução de tais problemas tendo como principais objetivos o gerenciamento das mudanças, o gerenciamento entre requisitos relacionados e o gerenciamento das dependências entre a documentação de requisitos e outros documentos originados durante outros processos da engenharia de software [3].

Leffingwell e Widrig [5] definem o gerenciamento de requisitos como um esforço sistemático para elicitar, organizar, e documentar um processo de engenharia de requisitos a fim de estabelecer acordo entre clientes, usuários e o grupo de desenvolvimento no que tange as mudanças dos requisitos de um sistema. Porém, a mudança dos requisitos, durante o desenvolvimento, é admitida como algo natural e inevitável, fato que se deve à própria natureza do software.

Kotonya e Sommerville [4] propõem que a engenharia de requisitos seja fracionada em 5 atividades: elicitação;

validação; gerenciamento; análise e negociação; documentação. A atividade de gerenciamento, foco deste trabalho, é fracionada em 3 tarefas: controle de mudança; identificação; e rastreabilidade.

A rastreabilidade tem seu início na elicitação e avança através do desenvolvimento do sistema e atinge a manutenção do software. Esta tarefa é importantíssima dentro da gestão de requisitos [6].

A rastreabilidade está intimamente associada ao processo de produção de software, especificamente aos requisitos e à capacidade de estabelecer vínculos entre esses requisitos e outros artefatos (modelos, documentos, código fonte, sequências de testes ou executáveis) que os satisfaçam. Essa característica é observada por Letelier [12], o mesmo afirma que a rastreabilidade de requisitos ajuda a garantir uma contínua concordância entre os requisitos dos interessados no sistema e os artefatos produzidos ao longo do processo de desenvolvimento. Na mesma linha, Palmer [11] afirma que a rastreabilidade dá assistência essencial para a compreensão do relacionamento que existe com e entre requisitos de software, projeto e implementação. Esses relacionamentos auxiliam o projetista a mostrar quais elementos do projeto satisfazem os requisitos.

A capacidade de rastrear um requisito até seus refinamentos é definida como rastrear para frente (*forwards*), e a de rastrear um refinamento até sua origem é definida como rastrear para trás (*backwards*) [13]. Essas duas capacidades devem estar presentes em todos os tipos de rastreabilidade, ou seja, e uma propriedade básica para a realização completa das funções dessa atividade.

Sobre os tipos de rastreabilidade basicamente existem duas classificações gerais [14]: i) horizontal e vertical; ii) pré e pós-rastreabilidade.

A horizontal é a rastreabilidade entre diferentes versões ou variações de requisitos, ou outros artefatos, em uma particular fase do ciclo de vida. Enquanto que a rastreabilidade vertical é realizada entre requisitos e artefatos produzidos pelo processo de desenvolvimento ao longo do ciclo de vida do projeto.

A segunda classe de rastreabilidade trata da pré-rastreabilidade, que está concentrada no ciclo de vida dos requisitos antes de serem incluídos no processo de especificação; e a pós-rastreabilidade, que está concentrada no ciclo de vida dos requisitos após serem incluídos na especificação de requisitos.

Outro artefato de extrema importância na atividade de gerenciamento de requisitos é a matriz de rastreabilidade. A referida matriz constitui-se de uma tabela que interliga um requisito a outro requisito, por meio de elos de dependências. A utilização da matriz de rastreabilidade contribui para garantir que cada requisito agregue valor ao sistema por meio da sua ligação aos objetivos de negócio e aos objetivos do projeto.

Caracterizados os conceitos relacionados à gerência de requisitos e à rastreabilidade, a próxima seção apresenta o modelo de rastreabilidade permeado por mapas mentais.

#### IV. MODELO DE RASTREABILIDADE DE REQUISITOS PERMEADO POR MAPAS MENTAIS

A aplicação dos conceitos de rastreabilidade e mapas mentais foram materializados em uma consultoria realizada, no primeiro semestre de 2011, pelos autores deste trabalho, para uma empresa de desenvolvimento de software localizada no sul do Brasil. Atualmente, os principais clientes da empresa encontram-se nos países do MERCOSUL (Bloco Econômico da América do Sul composto por Brasil, Argentina, Uruguai, Paraguai e Venezuela). É importante ressaltar que os autores não possuem autorização formal para divulgar o nome da empresa neste texto. Este fato levou os autores de denominar a referida empresa como X<sup>1</sup>.

##### A – Síntese do problema

A empresa X, foi fundada em 2001 e, atualmente, desenvolve software para vários segmentos da indústria têxtil e farmacêutica. No segundo semestre de 2007 a empresa deu um grande salto na sua carteira de clientes e passou a atender várias empresas do MERCOSUL. No início de 2012 a X iniciou um processo de melhoria de qualidade no seu processo de software e promoveu uma reestruturação no *Software Engineering Process Group* (SEPG). O SEPG com o auxílio de uma consultoria especializada decidiu modelar o processo de software utilizando mapas mentais. Com a modelagem do processo, tanto os consultores como os membros do SEPG, perceberam que a rastreabilidade de requisitos, conceito extremamente importante para a qualidade do processo de software, poderia também ser permeado pelos referidos mapas. A partir deste fato, o SEPG e os consultores desenvolveram um modelo para rastreabilidade permeados pelos mapas, aplicando-o constantemente nos projetos.

O processo para a implementação do modelo proposto neste trabalho foi dividido em duas etapas:

1. Institucionalizar as melhorias no processo de software promovido pelo SEPG e consultores.
2. Propiciar que as melhorias institucionalizadas facilitem os aspectos ligados a rastreabilidade (foco deste trabalho)<sup>2</sup>.

##### B – Proposta do modelo

Durante a confecção do modelo o SEPG e os consultores optaram por focar o arcabouço conceitual sobre rastreabilidade de requisitos proposto por Gotel e Finkelstein [14]. Conforme definido pelos autores a rastreabilidade de requisitos ocorre horizontalmente e verticalmente. A primeira possibilita rastrear as diferentes versões de um determinado requisito, por exemplo: um requisito caracterizado como R1 possui as versões 1 e 2. Já a segunda provê subsídios para rastrear os diferentes artefatos gerados a partir de um requisito, por exemplo: o requisito caracterizado como R1 gerou quatro artefatos (1, 2, 3 e 4) – vide Figura 2 (a). Além de utilizar os conceitos propostos por Gotel e Finkelstein [14] o modelo

<sup>1</sup> Atualmente a empresa X possui 200 colaboradores, 120 no Brasil e 80 na Argentina.

<sup>2</sup> É importante ressaltar que os aspectos que tangem a institucionalização das melhorias no processo de software não serão discutidos neste trabalho.

também incorpora a matriz de rastreabilidade de requisitos apresentada por Genvigir [15]. O modelo de rastreabilidade proposto neste trabalho é proposto na Figura 2(b).

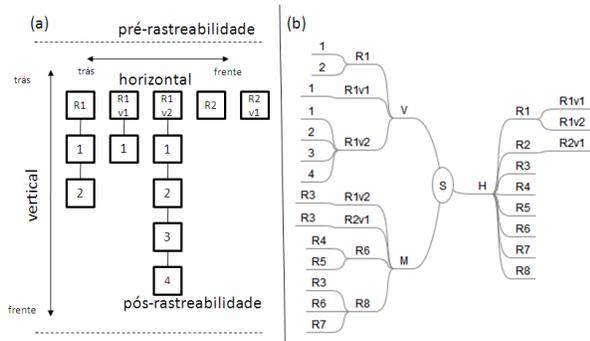


Figura 2 – Modelo utilizado para a construção da rastreabilidade permeada por mapas: (a) classificação sobre rastreabilidade de requisitos proposta por Gotel e Finkelstein [14]. (b) adaptação da classificação sobre rastreabilidade nos mapas mentais.

Por meio da Figura 2(b) é possível perceber que um software caracterizado como S possui 8 requisitos (R1 ... R8), o requisito R1 foi versionados duas vezes, gerando as versões R1v1 e R2v2, caracterizando assim a rastreabilidade horizontal, representada pelo nó H do mapa. O nó V é responsável por apresentar a rastreabilidade vertical, nele o requisito R1v2 gerou 4 artefatos, (1, 2, 3 e o 4); e, por fim, o nó M mapeia a matriz de rastreabilidade, por meio dele é possível perceber que o requisito R3 impacta diretamente nos requisitos R1v2, R2v1 e R8.

### C – Aplicação do modelo sobre um projeto de software

A aplicação do modelo de rastreabilidade de requisitos permeado por mapas mentais foi elaborada sobre o processo de desenvolvimento de software da empresa X. Participaram ativamente da elaboração deste processo o SEPG e a consultoria contratada. Nesta seção será apresentada uma versão customizada deste processo.

Além do processo, as características do projeto utilizado durante o desenvolvimento do modelo também serão apresentadas.

### O processo

O processo utilizado pela empresa X durante o desenvolvimento do modelo é composto por 5 atividades (A): Especificação, Projeto, Implementação, Teste e Implantação (EPITI). As atividades por sua vez são divididas em tarefas (T), as tarefas possuem artefatos de entrada (aE) e artefatos de saída (aS), a relação entre as atividades, as tarefas e os artefatos pode ser verificada na Figura 3. Perceba que o processo também foi modelado a partir de um mapa mental<sup>3</sup>.

### Características do projeto

O projeto utilizado durante o desenvolvimento e validação do modelo de rastreabilidade de requisitos permeado por mapas mentais caracteriza-se como um piloto. O software tem como

objetivo controlar o empréstimo de livros na biblioteca da universidade cooperativa da empresa X. Os exemplares podem ser retirados pelos alunos e pelos professores<sup>4</sup>. Alguns requisitos do projeto de software são relacionados neste texto: R1 – manter professores (o verbo manter caracteriza-se como a inclusão, alteração, consulta e exclusão de informações); R2 – manter alunos; R3 – manter usuários; R4 – manter títulos; R5 – manter estado de conservação de um exemplar; R6 – manter exemplares; R7 – manter funcionários; R8 – emprestar exemplares; R9 – emitir recibo de empréstimo.

### A aplicação do processo sobre o projeto

Neste trabalho a aplicação do modelo sobre o projeto irá partir dos requisitos R1 e R3 e somente as tarefas especificar funcionalidade, projetar modelo de dados e projetar protótipo das entradas serão apresentadas (vide as tarefas na Figura 3).

Conforme definido na Figura 3, a especificação das funcionalidades possui como artefato de entrada (aE), o documento de visão e escopo. O artefato de saída para a referida atividade é caracterizado como documento de especificação funcional. O referido documento também faz o uso de um mapa mental para prover a referida especificação. **Perceba que os mapas são aplicados na rastreabilidade (foco principal deste trabalho), na especificação do processo e na especificação das funcionalidades.**

Também é importante salientar que durante a especificação dos requisitos o mapa de rastreabilidade é concebido. A especificação do referido mapa será trabalhada posteriormente em uma seção específica. A Figura 4 mostra as especificações dos requisitos R1 e R3.

Na atividade de projeto de software é executada as seguintes tarefas: projetar modelo de dados; projetar protótipo das interfaces de entrada e saída.

Durante a tarefa projetar modelo de dados as especificações funcionais constituem-se como artefatos de entrada e a saída caracteriza-se como o modelo de dados implementado. É importante ressaltar que a confecção do modelo de dados pode promover alterações no mapa de rastreabilidade, ou seja, novas relações entre requisitos podem ser detectadas pelo analista de sistema, este fato levou a inserção do referido mapa como artefato de saída para a atividade projetar modelo de dados<sup>5</sup>.

A Figura 5 apresenta parte do modelo de dados para o software de controle de empréstimo de exemplares da empresa X. As tabelas usuários e professores se relacionam diretamente com os requisitos R1 e R3 (vide o nó 6-Tabelas da Figura 4).

<sup>4</sup> Professores: colaboradores experientes que ministram treinamento e curso para os menos experientes (caracterizados neste contexto como alunos).

<sup>5</sup> A inserção do mapa de rastreabilidade junto as demais tarefas ocorre pelo mesmo motivo.

<sup>3</sup> Aspectos ligados a ferramenta e envolvidos com o processo não foram apresentados no mapa.

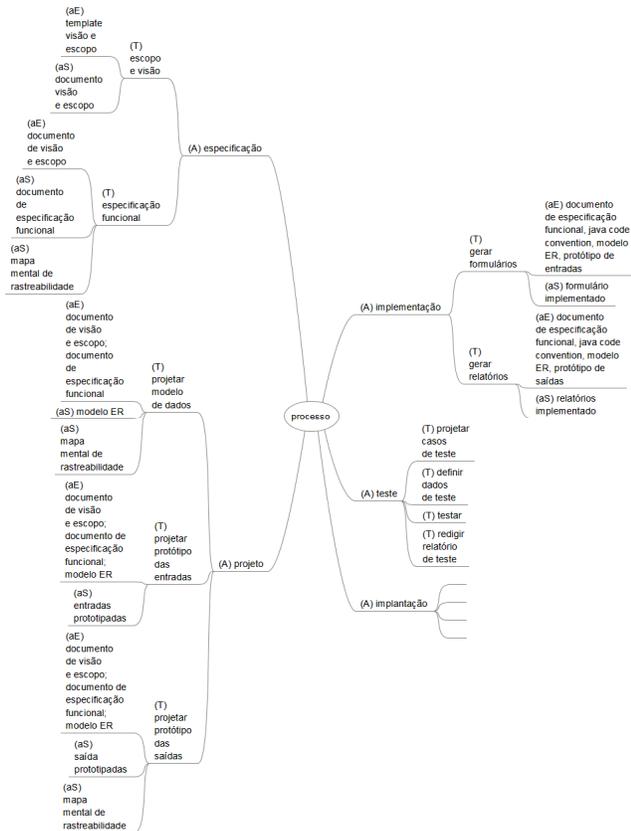


Figura 3 – Parte do processo de software utilizado durante o desenvolvimento do modelo de rastreabilidade de requisitos permeado por mapas mentais.

Na tarefa projetar protótipo de interface de entrada e de saída são materializados os formulários para a manutenção dos dados e os layouts dos relatórios, neste trabalho são apresentados, na Figura 6, apenas os formulários para a manutenção dos dados dos professores e dos usuários (requisitos R1 e R3).

Por fim, é importante salientar que a execução do processo sobre o projeto segue o princípio evolucionário, delineado por Sommerville [16], já o tempo para a execução de cada atividade/tarefa é capturado em uma ferramenta de gestão de projetos proposta por Fabri et. al. [17]. A referida ferramenta prevê subsídios para a realização da análise de impacto dada uma alteração do requisito, a referida análise é subsidiada pelo mapa de rastreabilidade.

Gerando o mapa de rastreabilidade e desenvolvendo a análise de impacto.

O mapa de rastreabilidade, na empresa X, é gerado pelo analista de sistema, durante a execução das tarefas que compõem o processo de software da empresa X, neste artigo o mapa foi materializado com a execução do(a) especificação das funcionalidades, projeto de modelo de dados e projeto de interfaces (entrada e saída). Ao analisar os artefatos gerados por estas as tarefas (Figuras 4, 5 e 6) é possível verificar que:

- Os requisitos R1 (manter professores) e R3 (manter usuários) se relacionam diretamente, pois a manutenção de

dados de um professor requer acesso às informações armazenadas na tabela de usuários. É possível perceber a relação cardinal entre as tabelas professores e usuários na Figura 5. A Figura 4 (especificação do requisito manter professores - vide nó 6-Tabelas) também explicita uma ligação entre as tabelas.

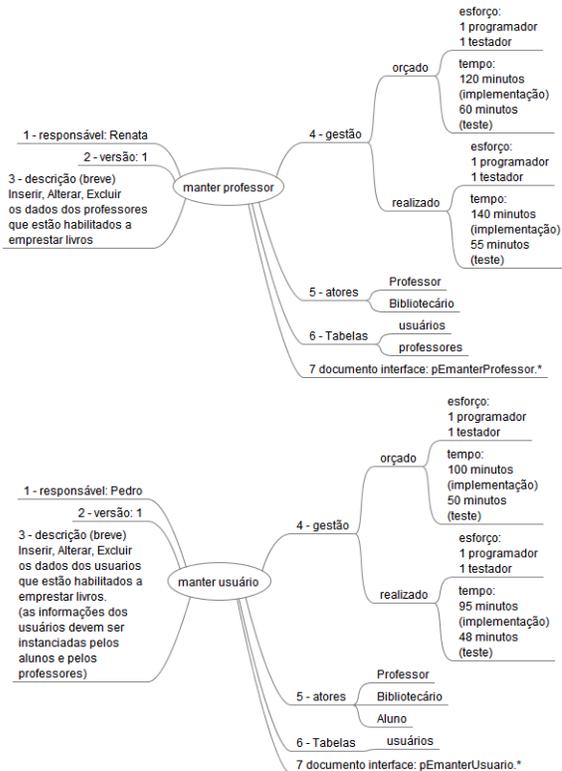


Figura 4 – Especificação dos Requisitos Funcionais R1 e R2.

- Os requisitos R3 (manter usuários) e R2 (manter alunos) também possuem uma relação direta mapeada no modelo de dados (vide relação cardinal na Figura 5 – tabela usuários e tabela alunos).
- Os requisitos R3 (manter usuários) e R8 (emprestar exemplares) também possuem uma relação direta mapeada no modelo de dados (vide relação cardinal na Figura 5 – tabela usuários e tabela empréstimos).

De posse destes fatos conclui-se que alterações efetuadas em R3, impactam diretamente em R1, R2 e R8. Esta relação irá constituir o nó M do mapa de rastreabilidade (vide Figura 7).

Os artefatos mapeados nas Figuras 4, 5 e 6 caracterizam a rastreabilidade vertical para os requisitos R1 e R3. Este fato irá constituir o nó V do mapa de rastreabilidade (vide Figura 8).

A constituição do nó H implica na alteração de algum artefato de um requisito qualquer, este fato gera uma nova versão ou *release* do requisito.

Para exemplificar a constituição deste nó vamos supor que o requisito R3 (manter usuário), sofra a seguinte alteração: na interface de entrada de dados (Figura 6), o campo código não

possuirá mais 4 dígitos e sim 5. Este fato irá gerar um novo *release* para requisito R3. Fato este que deve ser explicitado no nó H (vide Figura 9 – R3v1 destacado em vermelho).

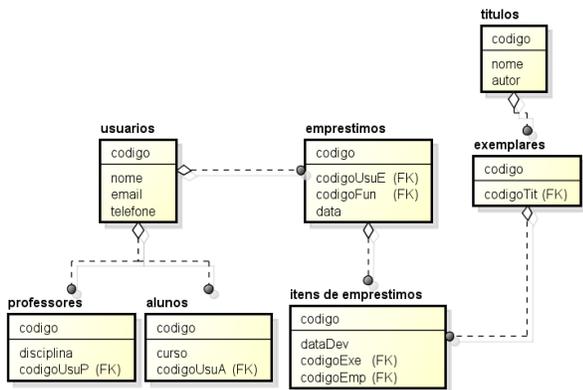


Figura 5 – Parte do modelo de dados para o software de controle de empréstimos de exemplares

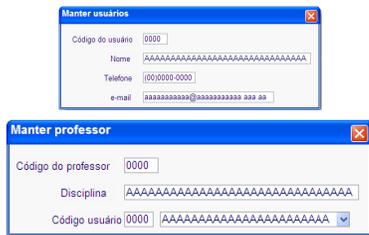


Figura 6 – Interface de entrada para os requisitos R1 e R3

A geração de um novo *release* para o requisito R3, impacta na alteração da interface dos requisitos R1, R2 e R8 (vide nó M da Figura 7).

Esta alteração também irá gerar um novo *release* para estes requisitos (vide nós R1v1 e R8v1, representados em vermelho na Figura 10).

Estes novos *releases* geram novos artefatos no nó V, R1c)v1 e R3-c)v1 (também representados em vermelho na Figura 11).

O versionamento dos requisitos irá impactar sobre o nó M, perceba que agora a versão R3v1 (e não mais a R3) se relaciona diretamente com os requisitos R1v1 e R8v1 – Vide Figura 12.

Uma versão completa do mapa de rastreabilidade pode ser verificada por meio da Figura 13.

Note que todas as representações em vermelho apresentadas na Figura 13, caracterizam, em um *efeito cascata*, o impacto da alteração de um determinado requisito.

A empresa X parte desta informação e prospecta o tempo e o esforço necessários para a alteração dos demais requisitos impactados dada alteração. Estes valores são obtidos junto ao nó de gestão do mapa de especificação funcional (vide Figura 4). Perceba que a especificação do requisito R1, manter professores, possui no nó realizado: a) o esforço de dois

profissionais, um programador e um testador, para o desenvolvimento completo da funcionalidade; b) o tempo total para o desenvolvimento da funcionalidade foi de 195 minutos.

Com estes valores a empresa calcula, dada uma base de experiência, o quanto impactará (tempo/esforço) a mudança de um determinado requisito.

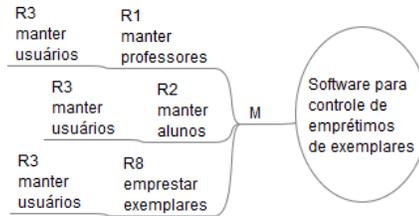


Figura 7 – Inserção da Matriz de Rastreabilidade (nó M) no Mapa

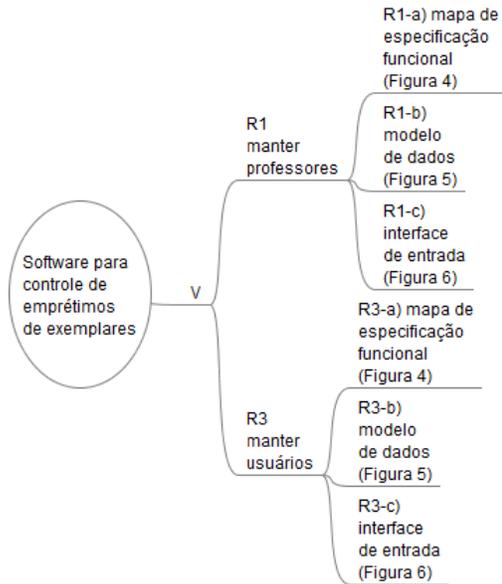


Figura 8 – Inserção da Rastreabilidade Vertical (nó V) no Mapa

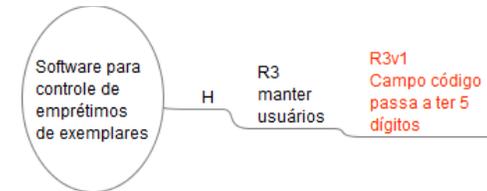


Figura 9 – Constituição da Rastreabilidade Horizontal (nó H) no Mapa

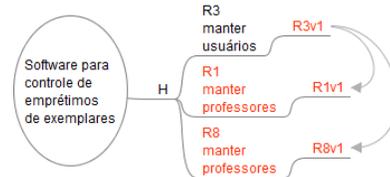


Figura 10 – Novas versões dos requisitos R1 e R8 gerados com a alteração do requisito R3.

V. ANÁLISE SOBRE A EFICÁCIA DO MODELO

A relação dos resultados obtidos com a aplicação do modelo levando em consideração o objetivo inicial traçado (propor um modelo de rastreabilidade permeado por mapas mentais) pode ser constatado por meio de resultados qualitativos e quantitativos, os itens abaixo apresentam tais resultados:

1 – Com o desenvolvimento e institucionalização do modelo de rastreabilidade de requisitos permeados por mapa mentais, os analistas de sistemas que atuam na empresa X, utilizam todo o potencial teórico proposto pelo arcabouço conceitual da área de rastreabilidade, fato este que promove um ganho de qualidade junto à execução do processo, pois qualquer alteração de um determinado requisito promovido pelo ambiente de desenvolvimento impacta diretamente em um ou mais requisitos, este impacto é detectado facilmente, utilizando apenas um artefato, o mapa mental de rastreabilidade.

2 – De posse do mapa de rastreabilidade e da base histórica, os analistas e gerentes de projeto melhoraram sensivelmente a prospecção do tempo e do esforço dados a alteração de um requisito. Durante o segundo semestre de 2014, após a implantação do modelo, uma análise quantitativa sobre a melhoria da prospecção no tempo e no esforço foi efetuada, os números surpreenderam o SEPG, cerca de 60% das prospecções efetuadas eram acertadas, contrastando com 35% no período de 2006 a 2011, anterior a implantação do processo e do mapa de rastreabilidade.

3 – A estratégia em utilizar os mapas mentais, para a confecção do processo, para a especificação funcional dos requisitos e para a construção do modelo de rastreabilidade, foi, posteriormente, embasada no trabalho desenvolvido por Santos e Fabri [18]. Nele, um mapa conceitual foi apresentado a 75 profissionais da área produtiva de software (engenheiros, programadores, analista, testadores, gerentes de projetos), cerca de 90% dos profissionais fizeram a leitura do mapa rapidamente e não tiveram problemas sobre a sua compreensão.

4 – O mapa de rastreabilidade de requisitos vem sendo aplicado de maneira sistemática em vários projetos de software da empresa X, e o resultado desta aplicação é extremamente positiva quanto à especificação das funcionalidades e rastreabilidade de requisitos. Este fato foi capturado no início de 2014, por meio de um questionário aplicado aos gerentes e analistas de sistemas da empresa X. Cerca de 90% dos entrevistados concordam que os mapas melhoraram sensivelmente a qualidade do processo.

5 – O mapa agrega em um único artefato toda a rastreabilidade dos requisitos. Grande parte das empresas do setor produtivo de software necessita 3 três artefatos (matriz de rastreabilidade, documento de rastreabilidade vertical e documento de rastreabilidade horizontal) para gerenciar requisitos com qualidade.

6 – Por fim, o envolvimento da gerência da empresa X e dos seus colaboradores foi um fator determinante na constituição temporal (2 anos) do processo e do modelo de rastreabilidade proposto.

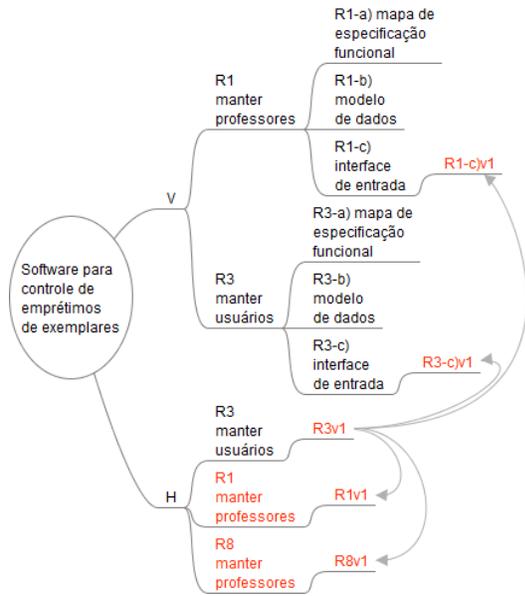


Figura 11 – A solicitação de alteração de R3 irá gerar nos artefatos relacionados a interface em R1 e R8.

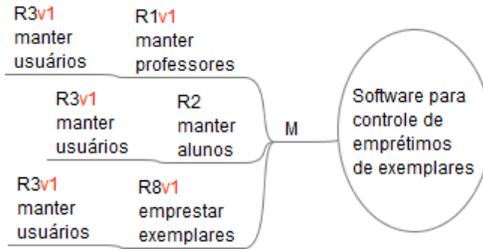


Figura 12 – Nova Configuração do nó M da matriz de rastreabilidade.

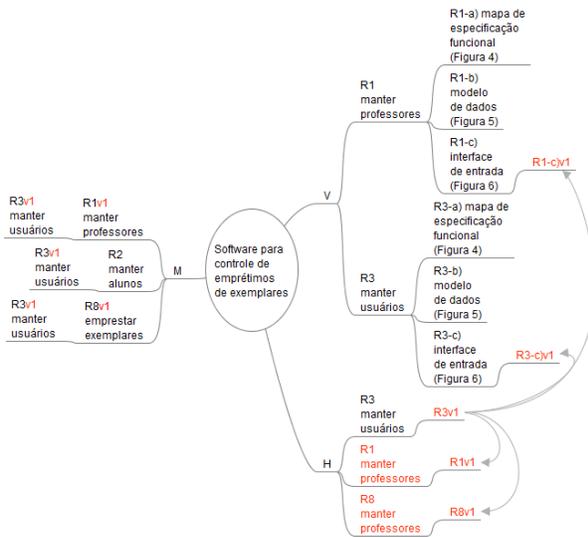


Figura 13 – Parte do mapa de rastreabilidade gerado durante a execução do projeto piloto – software para controle de empréstimo - empresa X.

## VI. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o modelo de rastreabilidade de requisitos permeado por mapas mentais. Conforme ilustrado na seção 2, os mapas caracterizam-se como uma ferramenta extremamente eficiente na Representação de Conhecimento (RC). Tendo em vista que os requisitos de software podem ser comparados a RC de um determinado modelo de negócio, aliar os mapas dentro deste domínio possibilitou mapear os resultados apresentados na seção 5.

Os mapas foram aplicados com sucesso em três segmentos da engenharia de software: representação do processo, especificação das funcionalidades e constituição do modelo de rastreabilidade. Para a confecção dos mapas foi utilizada o *freemind* (<http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Download>).

Uma ferramenta que alimenta, automaticamente, os nós do mapa de rastreabilidade foi desenvolvida. Estas Ferramenta une o tradicionais software de controle de versão ao mapa gerado pelo software *FreeMind*.

O mapa de mental congrega em um único artefato conceitos ligado a rastreabilidade vertical, horizontal e a sua referida matriz. Segundo os colaboradores da empresa X, a navegabilidade do mapa traduz o diferencial do modelo.

A aplicação do modelo de rastreabilidade permeado pelos mapas foi replicado com sucesso em outros ambientes produtivos de software. A descrição de tais ambientes e o desenvolvimento de um *plugin* que aglutina o modelo de rastreabilidade a ferramenta de gestão de projetos utilizados nos referidos ambientes constituem-se como trabalhos futuros.

## REFERENCIAS

- [1] BOVO, Viviani; HERMANN, Walther. Mapas Mentais Enriquecendo Inteligências: Manual de Aprendizagem e Desenvolvimento de Inteligências: captação, seleção, organização, síntese, criação e gerenciamento de conhecimentos. [S.l]: (2005). Disponível em: <<http://www.idph.net/download/mmmapresent.pdf>>. Acesso em: 11 Dez. 2011, 12:14.
- [2] BUZAN, Tony. Mapas Mentais: métodos criativos para estimular o raciocínio e usar ao máximo o potencial do seu cérebro. Tradução: Paulo Polzonoff Jr. 1.ed. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.
- [3] Sommerville, I., & Sawyer, P. Requirements engineering: a good practice guide. Lancaster, UK: John Wiley & Sons (1998)
- [4] Kotonya, G., & Sommerville, I. Requirements engineering: process and techniques. Chichester, England: John Wiley & Sons (2000)
- [5] Leffingwell, D., & Widrig, D.. Managing Software Requirements: A unified approach. California, USA: Addison Wesley Longman (2000).
- [6] Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. Requirements engineering: a roadmap. In International Conference on Software Engineering (pp. 35–46). New York, NY, USA: ACM. (2000).
- [7] BUZAN, T. Mapas Mentais e sua elaboração: um sistema definitivo de pensamento que transformará sua vida. São Paulo: Cultrix, (2005).
- [8] WILLE, Marina Ferreira de Castro. O uso do Pama Mental como um facilitador para a criação de conhecimento. 2010. 154f. Dissertação (Mestrado Multidisciplinar em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Curitiba (2010)..
- [9] VILELA, Virgílio V. Mapas Mentais: Árvores ilustradas para maior produtividade [online]. (2010). Disponível em: <[http://www.possibilidades.com.br/recursos/mapas\\_mentais.asp](http://www.possibilidades.com.br/recursos/mapas_mentais.asp)> Acesso em: 13 dez. 2011, 10:23.
- [10] Vargas, Ricardo Viana. Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos; prefácio de Reeve Harold R.- 6. ed. Atual. Rio de Janeiro. Brasport, (2005).
- [11] Palmer, J. D. Traceability. In Thayer, R.H. & Dorfman, M. (Ed.), Software Requirements Engineering (pp. 412–422). Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society Press. (2000).
- [12] Letelier, P. A framework for requirements traceability in UML-based projects. In International Workshop on Traceability In Emerging Forms of Software Engineering (pp. 30–41). New York, NY, USA. (2002).
- [13] Davis, A. M. Software requirements: objects, functions and states. New Jersey: Prentice–Hall. (1993).
- [14] Gotel, O. C. Z., & Finkelstein, A. An analysis of the requirements traceability problem. In First International Conference Requirements Engineering (pp. 94– 101). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society Press. (1994).
- [15] Genvigir. Elias Canhadas. Um modelo para rastreabilidade de requisitos de software baseado em generalização de elos e atributos (203p). Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos – SP. (2009)
- [16] Sommerville I. Software Engineering. 8ª Edição. Addison Wesley, 2006.
- [17] Fabri, J. A.; Trindade, A. L. P.; L’Erário, A.; Pessoa, M. S. A. A Organização da uma Máquina de Processo e a Melhoria do Processo de Produção de Software em um Ambiente de Fábrica. In: “Anais da 6ª Jornada Ibero-Americana de Engenharia de Software e Engenharia de Conhecimento”. Lima, Peru. 2007.
- [18] Santos, M. A. A utilização de mapas mentais na especificação de projetos de software. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado sob a orientação de Fabri, J. A. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procópio. Cornélio Procópio, 2011.