

## 6. Pré-Rastreabilidade

*Esse capítulo descreve o último grande desafio analisado para se obter a transparência de software: a pré-rastreabilidade dos requisitos e dos outros artefatos do processo de desenvolvimento de software. Para isso, desenvolvemos um modelo leve e flexível que pode ser desenhado à mão no ambiente de trabalho. Apresentamos também a construção colaborativa desse modelo.*

Goguen publicou uma nota de pesquisa (Goguen 1993) endereçando questões sociais na Engenharia de Requisitos (ER). Ele identificou no processo de requisitos três principais grupos sociais: a organização cliente; o time de requisitos; e o time de desenvolvimento. O autor ainda descreveu questões sociais em cada um desses grupos e nas interações entre eles. É importante notar que, nos dias atuais, se pesquisarmos no Google Scholar utilizando as palavras de busca “Requirements Traceability”, não conseguiremos encontrar trabalho recente algum que rastreia os artefatos de ER para questões sociais em times de requisitos ou times de desenvolvimento. Questões sociais entre a organização cliente, o time de requisitos e o time de desenvolvimento não são associados aos requisitos. O principal foco parece ser na organização cliente e nas questões sociais entre os interessados. Isso faz com que uma análise futura dos impactos de questões sociais, relevantes ao processo de Engenharia de Requisitos, seja praticamente impossível de ser realizada.

A pré-rastreabilidade dos artefatos da Engenharia de Software armazena informações sobre como o artefato foi produzido, os atores que participaram dessa produção, quais interessados, artefatos ou fontes de informação foram consultados, quais recursos e técnicas foram utilizados, quais atividades foram realizadas, entre outros. Portanto, a pré-rastreabilidade é fundamental para a rastreabilidade do software e, conseqüentemente, para a auditabilidade e para a própria transparência do mesmo. As heurísticas transformacionais apresentadas no Capítulo 3, por exemplo, rastreiam os requisitos de transparência até o código,

mas são incapazes de informar como ou por que o processo de argumentação produziu esses requisitos.

Originalmente, a rastreabilidade no escopo de requisitos resumia-se a analisar se as capacidades requeridas e as questões do software foram implementadas e testadas de acordo com as expectativas dos clientes. Em (Gotel e Finkelstein 1994), Gotel e Finkelstein abordam a distinção entre rastreabilidade avante (ou *forward traceability*) e rastreabilidade reversa (ou *backward traceability*). Eles também reportam problemas na indústria atribuídos à falta de pré-rastreabilidade da Especificação de Requisitos. Além disso, os autores descrevem questões sociais em times de requisitos como comunicação deficiente e falta de responsabilidade em times distribuídos.

A pré-rastreabilidade de requisitos foi o foco das Estruturas de Contribuições (Gotel e Finkelstein 1995), propostas por Gotel e Finkelstein para endereçar os problemas identificados em trabalhos prévios. Essas estruturas dinâmicas estão centradas em relações de rastreabilidade baseadas em artefatos e visam à visibilidade de indivíduos e grupos que contribuíram para o desenvolvimento dos requisitos. A abordagem proposta rastreia informações sobre papéis e compromissos individuais para o processo de desenvolvimento de requisitos e representa a essência da pré-rastreabilidade em metamodelos correntes.

A rastreabilidade reversa discutida por Gotel em (Gotel e Finkelstein 1994) foi uma das questões tratadas por diferentes propostas que lidam com Engenharia de Requisitos Orientada à meta (*Goal Oriented Requirements Engineering* - GORE) (Van Lamsweerde 2001; Mylopoulos 2008). GORE foca em questões sociais de uma organização cliente, mais especificamente na rede social dos interessados. GORE também ajuda a rastrear os requisitos para *Early-Requirements*, para as metas dos interessados, e para os critérios de qualidade esperados (i.e. metas flexíveis) para o sistema. Isso significa que algumas informações, comumente esquecidas durante o Processo de Desenvolvimento de Software tradicional, serão rastreadas, permitindo investigações e análises futuras.

Na comunidade de Engenharia de Requisitos, duas das mais importantes linguagens usadas para modelar GORE são o NFR Framework (Chung et al. 2000) e o *framework i\** (Yu 1995) (vide Capítulo 2 – Seção 2.1). Como argumentado no Capítulo 3 – Seção 3.4. bem como no Capítulo 4, esses modelos são as bases para as fases de *Early-Requirements* e *Late-Requirements* da

metodologia Tropos (Bertolini et al. 2006). A construção e análise desses modelos envolvem várias interações com os interessados. Essas interações resultam na evolução desses modelos. Em (Breciani et al. 2004), os autores enfatizam que "a decisão de quais metas são associadas com quais atores pertence aos interessados correspondentes, não o time de desenho". Nesse cenário, as interações com os interessados são intrínsecas e constantes. Outros pesquisadores (Toranzo 2002; Castro et al. 2003) mostram a complexidade dessas interações. Entretanto, pouca atenção é conferida à pre-rastreabilidade dos requisitos orientados à meta.

Nesse capítulo, apresentamos um modelo de rastreabilidade baseado em grafos para rastrear atores sociais, redes sociais e interações sociais na evolução dos artefatos de ER – o ITrace (Serrano e Leite 2011a; Serrano e Leite 2011d; Serrano e Leite 2011e). Esse modelo também rastreia as metas das interações sociais, as atividades realizadas, as técnicas aplicadas nessas atividades, os documentos produzidos no processo e as fontes de informações acessadas. A representação gráfica do ITrace é baseada no RichPicture (Monk e Howard 1998) para facilitar os desenhos à mão-livre durante as atividades. Modelos ITrace são parcialmente formalizados visando oferecer um padrão de desenho bem como um apoio flexível para estender modelos.

O principal objetivo da nossa pesquisa é oferecer um modelo de pré-rastreabilidade leve e flexível para processos da Engenharia de Requisitos. Quando um modelo é criado, ou descartado, ou a todo o momento que um modelo evolui, ou é analisado, um modelo ITrace deve ser produzido. Essas atividades de Engenharia de Requisitos podem gerar um grande número de modelos ITrace. Com a nossa proposta, pretendemos permitir que os engenheiros de requisitos respondam – não apenas, mas também – os seguintes tipos de questões:

01. Como os requisitos foram elicitados?
02. Quais técnicas foram aplicadas?
03. Quem modelou os requisitos no modelo?
04. Quem interagiu com os interessados?
05. Quais interessados foram consultados?
06. A equipe de desenvolvedores se envolveu no processo?
07. Quantas interações sociais foram necessárias para obter a versão corrente?
08. A equipe estava geograficamente separada?

09. Caso eu precise modificar um modelo, quais fontes de informações ou interessados devem ser consultados?
10. O modelo foi validado por todos os interessados?
11. Quem disse que o Requisito Não-Funcional X era um critério de qualidade relevante?
12. Quando e por que as tarefas (meios) Y e Z que atingem a meta (fim) X do ator W passaram a fazer parte do modelo?

Esse capítulo está dividido em seções. A Seção 6.1 mostra uma visão geral sobre o modelo ITrace. A Seção 6.2 descreve a representação gráfica do ITrace e seu uso em alguns estudos de caso. A Seção 6.3 apresenta uma proposta para pré-rastreabilidade colaborativa. A Seção 6.4 apresenta os trabalhos relacionados e discute algumas questões e benefícios do ITrace. Finalmente, a Seção 6.5 apresenta as considerações finais.

## **6.1. Visão Geral do Modelo ITrace**

Trabalhos já publicados em pré-rastreabilidade (Pohl 1996; Ramesh and Jarke 2001; Pinto et al. 2005) focam em propor meta-modelos que definem extensivamente o que deve ser rastreado. A produção desses rastros é feita usando ferramentas de gerenciamento, as quais demandam uma dedicação extra por parte das equipes de requisitos. Como essa atividade extra não beneficia o artefato produzido imediatamente, a pré-rastreabilidade é comumente deixada de lado.

O maior problema com essas abordagens baseadas em meta-modelos está na dificuldade de manter os rastros enquanto os artefatos obtidos nos processos da Engenharia de Requisitos evoluem. Nossa abordagem aplica uma estratégia diferenciada para lidar com esse problema. No caso, os modelos ITrace não evoluem. Os modelos ITrace são *snapshots* (tal como uma foto é) de interações sociais que produzem ou modificam um modelo de requisitos. Caso um modelo de requisitos evolua, um novo modelo ITrace será criado para rastrear essa evolução. O novo modelo ITrace não substitui os antigos modelos ITrace. Eles coexistem, cada um rastreando sua respectiva interação social.

O modelo ITrace (Serrano e Leite 2011a; Serrano e Leite 2011d; Serrano e Leite 2011e) é baseado em grafos, nos quais cada nó representa um elemento rastreável e cada aresta representa um rastro. O ITrace é definido como um conjunto de grafos entrelaçados entre si. Um modelo ITrace pode ser descrito como:

$$\text{ITrace} = (B, I, A, W1, W2, T),$$

Onde:

$B$  = Grafo de rede social e de fontes de informações, a base para ER;

$I$  = Grafo de interações sociais, de metas das interações sociais, de atividades realizadas, de técnicas aplicadas e de artefatos produzidos;

$A$  = Grafo da evolução dos artefatos ER;

$W1$  = Lista de rastros (arestas) que entrelaçam  $B$  e  $I$ ;

$W2$  = Lista de rastros (arestas) que entrelaçam  $I$  e  $A$ ;

$T$  = Lista de etiquetas atribuídas aos nós e às arestas.

As Estruturas de Contribuições de Gotel e Finkelstein (Gotel e Finkelstein 1995) são uma referência para a pré-rastreabilidade. Assim, é interessante comparar as Estruturas de Contribuições com a estrutura do ITrace:

- As relações entre os indivíduos e artefatos são “cidadãos de primeira classe” nas Estruturas de Contribuições. As relações entre indivíduos ou artefatos e as fontes de informações e entre indivíduos ou artefatos e os recursos são tratadas como “cidadãos de segunda classe”. No ITrace, todas essas relações são “cidadãos de primeira classe”.
- Indivíduos e artefatos estão diretamente relacionados nas Estruturas de Contribuições. No ITrace, os artefatos (na camada  $A$ ) somente podem ser manipulados por atores (na camada  $B$ ) durante interações sociais (na camada  $I$ );
- O ITrace rastreia as metas das interações sociais, a chave para entender as contribuições dos indivíduos. Estruturas de Contribuições não dedicam atenção para com as razões (i.e. a dimensão “porquê” da informação) por detrás das contribuições das interações;
- O ITrace aplica símbolos visuais, por exemplo balões de diálogos, para representar as preocupações dos atores em uma interação social. As

Estruturas de Contribuições não dedicam atenção para com as preocupações dos indivíduos enquanto eles contribuem para os artefatos;

- Gotel e Finkelstein aplicam análises linguísticas em texto para obter relações de conectividade entre os artefatos. Essa abordagem analisa os artefatos produzidos após a interação social. O ITrace beneficia-se do desenho participativo oferecido pelo RichPicture visando obter as relações enquanto os artefatos estão sendo produzidos. Essas relações podem ser validadas com os interessados no momento em que a interação ocorre;
- As Estruturas de Contribuições definem “o formato de contribuição de um artefato”, ou seja, as relações dos indivíduos para com um artefato. Nenhuma atenção é dedicada às relações entre os indivíduos. O ITrace tem um grafo específico para representar as redes sociais; e
- Gotel e Finkelstein tentaram categorizar as relações de rastreabilidade baseadas em artefato. O ITrace aplica uma abordagem diferenciada, permitindo ao projetista categorizar livremente as relações usando textos nas arestas (os rastros).

## 6.2. Representação Gráfica dos Modelos ITrace

A representação gráfica do ITrace baseia-se no RichPicture (Monk e Howard 1998), que é uma ferramenta de notação gráfica simples a ser utilizada no próprio ambiente de trabalho. Monk e Howard relatam que RichPicture é uma ferramenta útil para “desenhar o desenho”, e encoraja o desenho participativo no contexto de trabalho.

O modelo ITrace é desenhado usando três camadas: camada inferior, para o grafo *B* do ITrace; camada intermediária, para o grafo *I*; e camada superior, para o grafo *A*. A Figura 6.1 apresenta a estrutura em camadas do modelo ITrace.

Na camada inferior, a rede social e as fontes de informações são desenhadas. As redes sociais são parte do grafo *B* do ITrace. Elas podem ser compostas de atores que atendem às interações sociais ou influenciam ou realizam uma atividade durante o Processo de Desenvolvimento de Software. Essas redes sociais podem ser elicitadas a partir de relacionamentos no ambiente de trabalho ou com base na forma como os atores sociais interagem entre si.

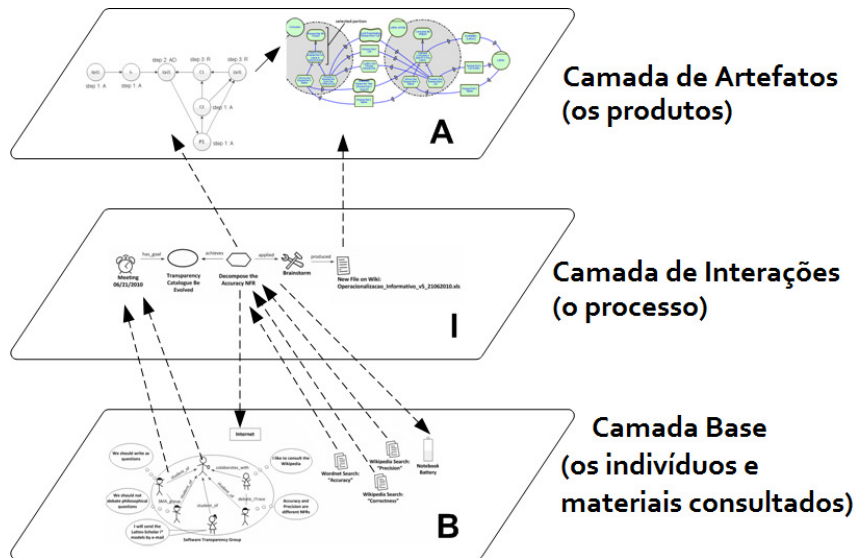


Figura 6.1 - Estrutura em camadas do ITrace

Na camada intermediária, as interações sociais são desenhadas seguindo uma linha temporal – ou cronologia dos eventos – da esquerda para a direita. As interações sociais fazem parte do grafo *I* do ITrace. Cada atividade realizada na interação social é modelada como um nó rastreado para a interação social. Caso uma técnica seja aplicada em uma atividade, essa técnica precisa ser modelada como um nó rastreado para a atividade. Documentos produzidos nessas atividades precisam ser rastreados para a própria atividade ou para a técnica que os produziu.

A Figura 6.2 apresenta a camada *I* do ITrace que modela uma reunião que ocorreu em 22/10/2009. A atividade “Elicitação de Requisitos” foi realizada nessa reunião, aplicando a técnica de “Observação”. A técnica de “Observação” produziu um “Arquivo de Vídeo” e um “Arquivo de Áudio”. O “Trabalho Individual” ocorreu em 13/11/2009. A atividade de “Análise Etnográfica” foi realizada nessa interação, aplicando a técnica de “Etnografia”. Essa atividade analisou o “Arquivo de Vídeo” e o “Arquivo de Áudio”. A técnica de “Etnografia” produziu um “Relatório”.

Na camada superior, a evolução dos artefatos ER é desenhada. O grafo *A* do ITrace rastreia a evolução dos artefatos produzidos durante as atividades de Engenharia de Requisitos. Os *snapshots* dos artefatos representam diferentes versões ou visões desses artefatos. Portanto, nessa camada também temos a noção de temporalidade ou cronologia dos eventos. É possível refinar/evoluir os artefatos ER como mostrado na Figura 6.3. Uma visão geral introdutória sobre





Explicaremos a representação gráfica do ITrace com dois estudos de caso. Como um primeiro estudo de caso, rastreamos reuniões semanais do Grupo de Transparência de Software ao longo de nove meses. Nessas reuniões, pelo menos cinco doutores, cinco estudantes de doutorado e seis estudantes de mestrado colaboraram para a evolução de um Catálogo de Transparência (Serrano e Leite 2011a; CTS 2011). Esse catálogo modela o conceito de transparência como um requisito não-funcional (RNF), representando-o em um *Softgoal Interdependence Graph* (SIG) composto por cinco metas flexíveis: Acessibilidade, Usabilidade, Informatividade, Entendimento e Auditabilidade (Leite e Cappelli 2010). Cada decomposição de RNF ou meta flexível provê um nível de entendimento mais profundo do conceito de Transparência de Software.

A Figura 6.4 mostra o modelo ITrace das reuniões que decompõe o RNF Acurácia, uma decomposição do RNF Entendimento. O modelo foi desenhado à mão, durante a reunião, por um projetista com menos de uma hora de treino em termos de modelagem ITrace, permitindo que o modelo fosse validado no momento da reunião. Esse modelo foi então re-desenhado usando uma ferramenta computacional, depois da reunião, e carregado no Wiki do grupo para facilitar o acesso.

Na camada inferior do modelo, o Grupo de Transparência de Software está representado como uma rede social. Os relacionamentos entre os atores sociais são rastreados como elos direcionais “aluno\_do” e “colabora\_com”, capturando mais informações que uma simples lista de participantes em uma ata de reunião, por exemplo. As metas ou preocupações dos atores sociais são representadas usando balões de diálogo. Além disso, recorreremos também aos modelos visando observar as preocupações dos atores sociais bem como relembrar o “clima” da reunião. As fontes de informações e os recursos também são representados na camada inferior: “Busca no Wordnet: Accuracy” é uma fonte de informação consultada usando a técnica de “Brainstorm”, e o recurso “Internet” é consumido na atividade “Decompor o RNF Acurácia”. Na camada intermediária, a interação social “Reunião” tem a meta “Catálogo de Transparência seja evoluído”. A atividade “Decompor o RNF Acurácia” aplica a técnica de “Brainstorm” visando atingir a meta desejada. Inicialmente, os modelos ITrace não capturavam as metas das interações sociais; essa necessidade foi observada durante algumas reuniões, nas quais precisamos consultar os modelos anteriores. Alguns atores sociais

notaram que capturando formalmente esse tipo de informação em um modelo de rastreabilidade seria possível rastrear de volta o “Porquê” da evolução dos artefatos da ER. A técnica de “Brainstorm” produziu um artefato que mostra como o RNF Acurácia evoluiu. Na camada superior, a evolução do SIG de transparência é mostrada. A *baseline* para o RNF Acurácia evoluiu através da decomposição do RNF Acurácia em três operacionalizações: “Estabelecer os resultados esperados”, “Estabelecer um intervalo aceitável para os valores de referência” e “Analisar utilizando verificação”.

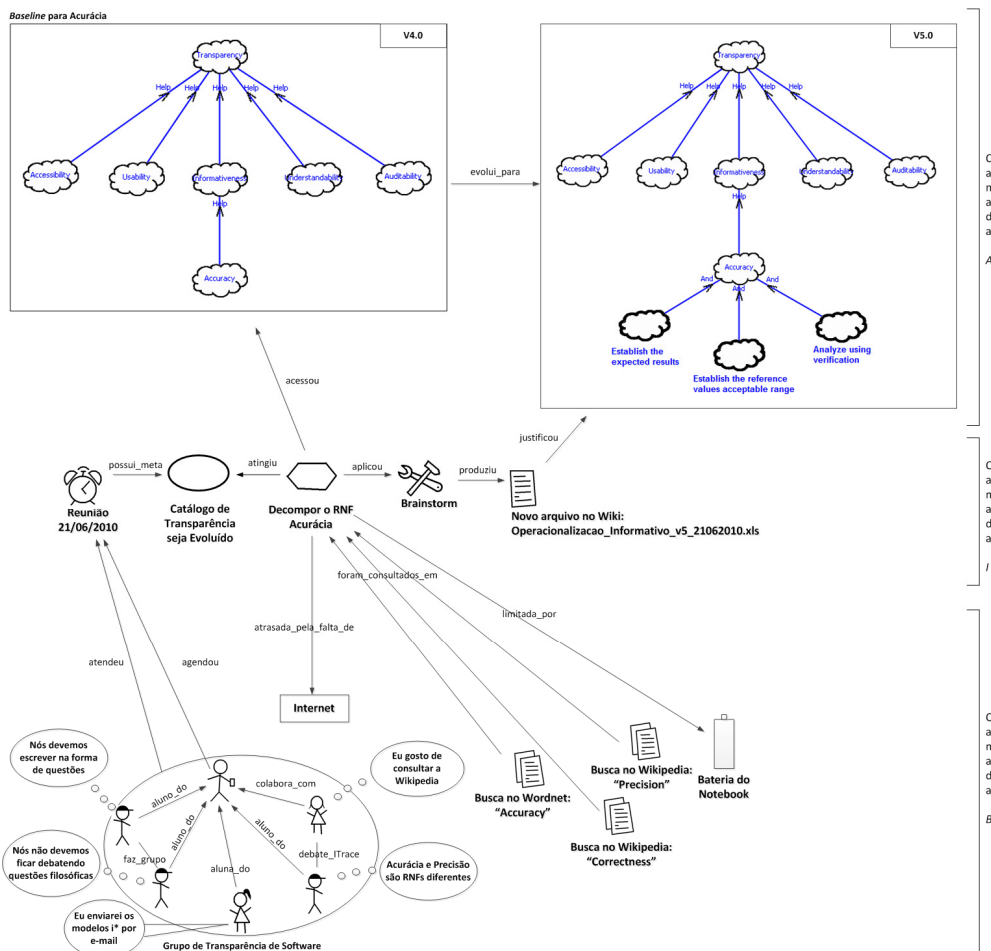


Figura 6.4 - Modelo ITrace da decomposição do RNF Acurácia

Três atores sociais desempenharam o papel de projetistas durante esses nove meses de reuniões semanais. Poucas diferenças podem ser observadas nos modelos produzidos por diferentes projetistas, tais como: a expressividade dos textos dos nós e elos, o posicionamento dos nós e a quantidade de informações capturadas. Alguns interessados foram criativos e capturaram informações não usuais, tais como o recurso “Bateria do notebook” que limitou o tempo de

aplicação da técnica de “Brainstorm”, conforme ilustrado na Figura 6.4. Isso era esperado uma vez que o ITrace é uma representação gráfica semi-formalizada, baseada no RichPicture.

Observamos que modelos sucintos não comprometeram a visualização bem como o entendimento do modelo. Além disso, as separações das camadas ficaram claras, evitando conflitos/sobreposições do grafo de interação social, na camada *I*, com o grafo de fontes de informações, na camada *B*.

Como segundo estudo de caso, modelamos interações sociais entre grupos de interessados, equipes de requisitos e equipes de avaliadores de equipes de requisitos. Em (Serrano et al. 2008a; Serrano et al. 2008b), nosso grupo de pesquisa na PUC-Rio propõe um método para avaliação de equipes de engenheiros de requisitos. Esse método foi avaliado e refinado depois de várias interações entre a equipe de requisitos e os interessados. Após cada interação, uma equipe de avaliação questionava os interessados sobre a opinião deles quanto à equipe de requisitos. Dois grupos de estudantes de graduação desempenharam o papel de equipes de requisitos. Dois grupos de alunos de pós-graduação desempenharam ambos os papéis, de interessados e de equipe de avaliação. A Figura 6.5 mostra um modelo ITrace com base na terceira e na quarta interações sociais: a segunda interação social entre um grupo de interessados e a equipe de requisitos; e a segunda interação social entre o mesmo grupo de interessados e a equipe de avaliação. Nomes foram omitidos, priorizando o anonimato dos envolvidos.

Na camada inferior, a rede social dos estudantes de graduação e dos estudantes de pós-graduação e seus papéis – i.e. equipe de requisitos, interessados e equipe de avaliação – são desenhados. Essa rede social ainda captura os relacionamentos tais como: “é\_amigo\_de” do serviço de rede social Orkut e “é\_contato\_do” dos e-mails e contatos de mensagens instantâneas. Os balões de “pensamento” expressam as principais preocupações de alguns atores sociais, tais como as preocupações do interessado líder sobre a confiabilidade e o comprometimento da equipe de requisitos. As fontes de informações, tais como o método de avaliação, os *templates* das tabelas e os *templates* dos gráficos também são desenhados nessa camada.

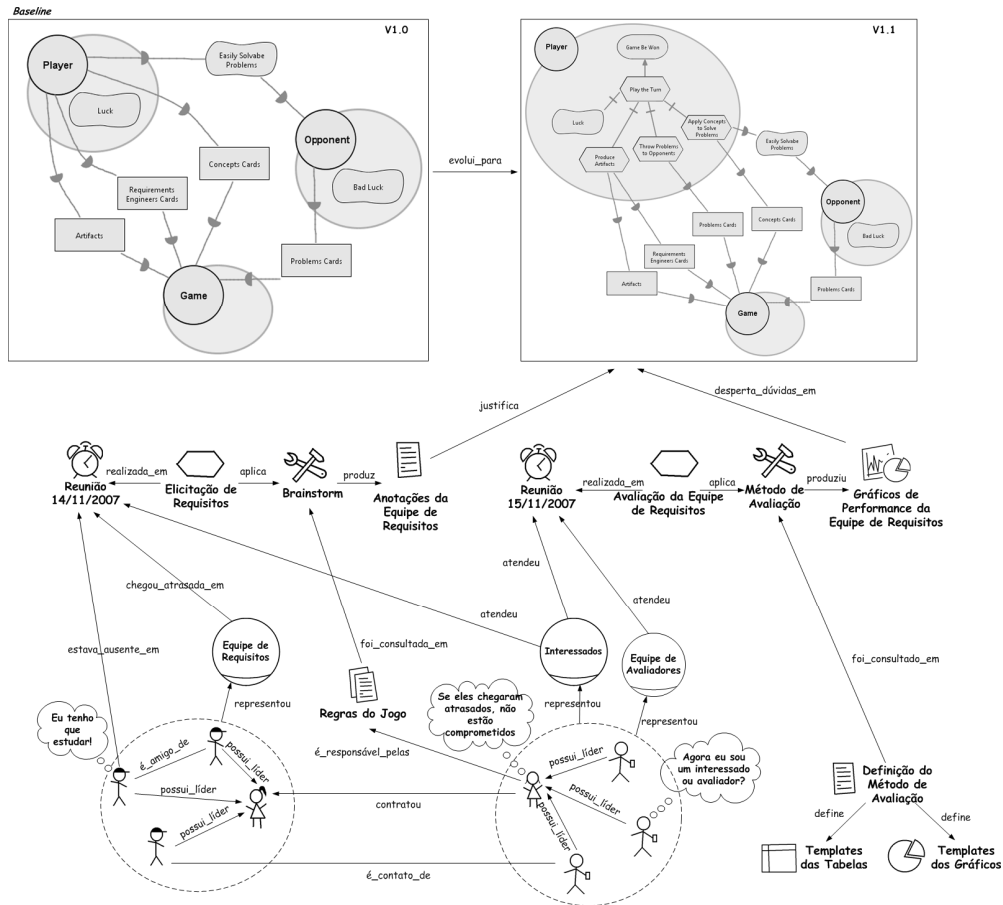


Figura 6.5 - ITrace de um processo de avaliação de equipes de engenheiros de requisitos

Na camada intermediária, a primeira interação social foi uma reunião entre a equipe de requisitos e os interessados. Nessa reunião, a atividade "Elicitação de Requisitos" foi realizada. A equipe de requisitos escolheu a técnica de "Brainstorm" para aplicar nessa atividade. Essa técnica produziu as "Anotações da equipe de Requisitos". Essas notas "justificam" a evolução do modelo  $i^*$ , mostrada na camada superior. A segunda interação social foi uma reunião entre a equipe de avaliação e os interessados. Nessa reunião, a atividade "Avaliação da Equipe de Requisitos" foi realizada. A equipe de avaliação aplicou nessa atividade as técnicas definidas no método de avaliação. "Gráficos de performance da equipe de requisitos" foram produzidos usando essas técnicas. Vale ressaltar que esses gráficos despertaram dúvidas sobre a qualidade da evolução do modelo  $i^*$ .

Na camada superior, a primeira versão de um modelo  $i^*$  é mostrada (*baseline*). Com esse modelo  $i^*$ , os estudantes de graduação (i.e. equipe de requisitos) procuraram elicitar o SimULES, um jogo de tabuleiro educacional para

ensinar Engenharia de Software. Esse jogo foi refinado pelos estudantes de pós-graduação, o que justifica seus papéis como interessados. O modelo  $i^*$  da *baseline* (versão 1.0) evoluiu para a versão 1.1 através da atividade “Elicitação de Requisitos” realizada pela equipe de requisitos. As regras do jogo também são fontes de informações desenhadas na camada inferior.

### 6.3. Pré-Rastreabilidade Colaborativa

Nessa seção, propomos a execução da pré-rastreabilidade de forma colaborativa. A colaboração é feita com o auxílio do Flickr® (Flickr 2011a). O Flickr® oferece uma plataforma colaborativa para compartilhamento de imagens com funcionalidades como: etiquetas (*tags*), notas, comentários, elos para outras imagens, vídeos ou outros materiais.

Modelos ITrace são desenhados à mão em folhas de papel. Portanto, torna-se difícil a busca por um modelo ITrace específico dado um conjunto grande de modelos. Além disso, modelos ITrace referenciam vários outros materiais, pessoas e recursos. Essas referências seriam muito mais úteis se fossem elos de hipermídia. O uso de uma plataforma colaborativa para distribuir o trabalho de anotação e transformação de modelos ITrace em hipermídia é fundamental para evitar a sobrecarga de apenas um dos engenheiros de requisitos.

Os grafos ITrace, em formato JPEG (escaneados ou gerados diretamente), são incluídos no Flickr® como uma foto. Dessa forma, o grafo ITrace passa a ter uma data, visibilidade controlada, e todos os campos de interação social do Flickr®.

Abaixo do título, podem-se colocar elos para “fotos” (modelos ITrace) anteriores, permitindo, dessa forma, um elo direto entre “fotos”. Além da ligação com outros modelos, qualquer parte da “foto” pode ter uma nota e, com isso, um elo hipermídia. Usando a ação “add a note” do Flickr®, é possível definir as regiões de elos na “foto”. Usufruímos desse recurso para, por exemplo, associar: (i) o *thumbnail* do modelo de requisitos ao modelo de requisitos no tamanho real; (ii) os atores às suas páginas *Web*; (iii) as fontes de informação aos documentos originais; (iv) as gravações dos vídeos das reuniões aos respectivos vídeos no

Youtube®. A Figura 6.6 ilustra um modelo ITrace com algumas dessas “notas” (Flickr 2011b) (regiões na imagem), que são elos hiper-mídia.

Outro recurso importante são as etiquetas (*tags*). Essas são inseridas tanto pelo proprietário da foto como pelos participantes do projeto, criando a oportunidade de um “*crowd tagging*”. A nuvem de etiquetas pode ser depurada, posteriormente, para sintonia fina de rastreabilidade por busca, ou seja, uma busca mais refinada por parte de um interessado. Outra vantagem da plataforma são os comentários que cada foto pode receber, ou seja, podem-se visualizar vários comentários sobre o grafo ITrace.

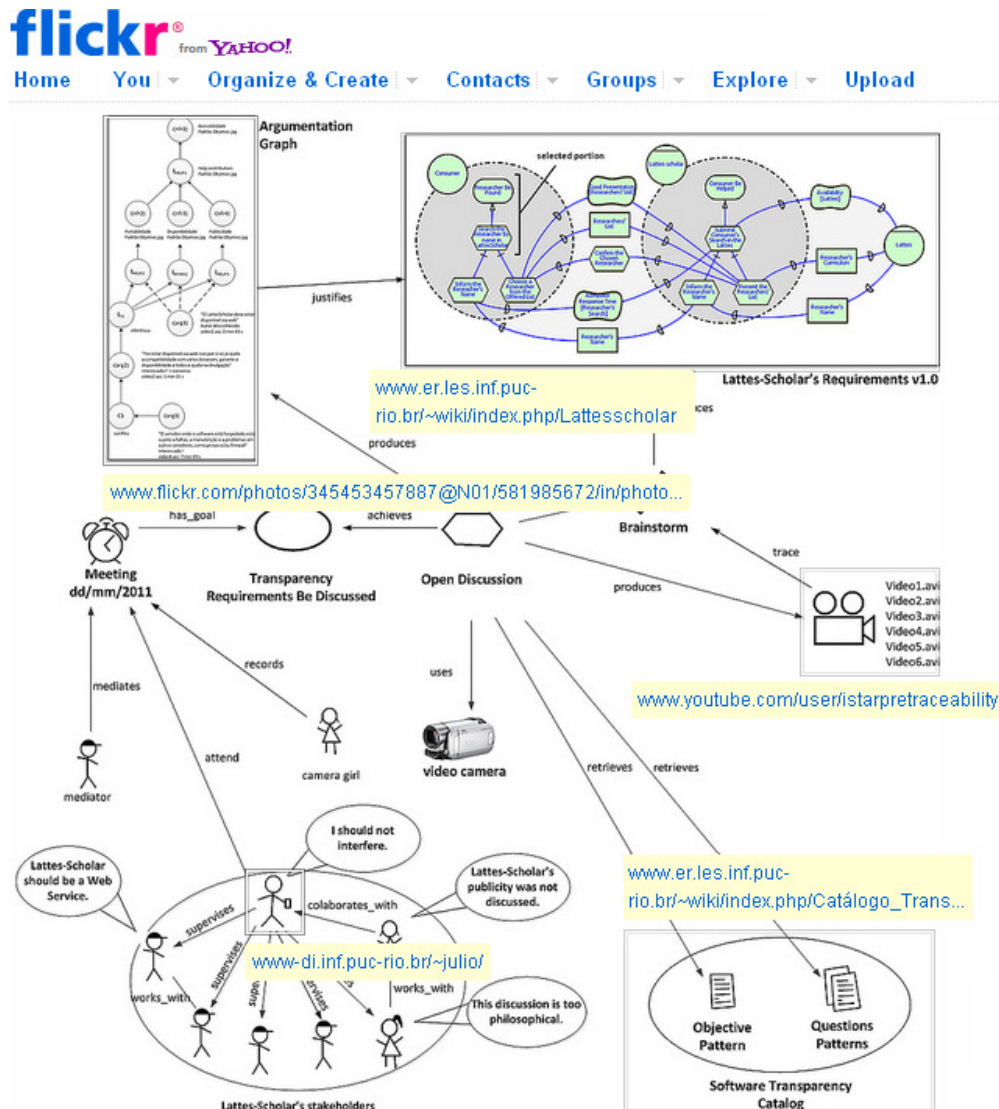


Figura 6.6 - Explorando a funcionalidade de hiper-mídia do Flickr® (Flickr 2011b)

#### **6.4. Trabalhos Relacionados**

Entendemos que GORE criou várias possibilidades de pesquisa (Castro et al. 2002; Kolp et al. 2002; Oliveira e Leite 2008; Horkoff e Yu 2009), e isso poderia justificar o fato de que questões sociais em times de requisitos, times de desenvolvimento e interações entre esses dois grupos e os interessados foram esquecidas/marginalizadas. Esse fato se torna evidente no Metamodelo de Rastreabilidade proposto por Ramesh e Jarke em (Ramesh e Jarke 2001), no qual os interessados são “cidadãos de primeira classe”, mas os engenheiros de software (incluindo os engenheiros de requisitos) são “cidadãos de segunda classe”. O Metamodelo de Rastreabilidade de Ramesh usou Estruturas de Contribuições para prover pré-rastreabilidade. Essa ideia foi estendida visando obter sistemas interativos (Toranzo 2002). Trabalhos mais recentes (Castro et al. 2003; Castor et al. 2004; Castor 2004; Pinto et al. 2005) estendem a metodologia Tropos para lidar com rastreabilidade de requisitos em desenvolvimento orientado a agente.

Outros trabalhos de rastreabilidade são (Cysneiros et al. 2003), (Cysneiros e Zisman 2008), (Egyed e Grünbacher 2002) e (Egyed 2003). Esses trabalhos têm metas similares, tais como: a geração automática de relações de rastreabilidade e verificação dos artefatos rastreados. O foco desses esforços está em como relacionar diferentes artefatos produzidos no Processo de Desenvolvimento de Software (rastreabilidade avante ou *forward traceability*) em detrimento de como esses artefatos foram produzidos ou de quais questões sociais foram obtidas nesse processo (pré-rastreabilidade).

#### **6.5. Considerações Finais**

Nesse capítulo, apresentamos brevemente nossa proposta para um modelo de pré-rastreabilidade leve e flexível para os artefatos da Engenharia de Requisitos. Através desse modelo, conseguimos anexar o Processo de Engenharia de Requisitos aos artefatos, oferecendo um maior grau de transparência ao software em desenvolvimento.

O modelo proposto é baseado em RichPicture, o que o torna uma ferramenta de notação gráfica simples para ser usada no espaço de trabalho. O modelo segue

uma estrutura em camadas, sendo: uma camada inferior, uma camada intermediária e uma camada superior. A camada inferior representa a base da Engenharia de Requisitos, o que compreende a rede social, as fontes de informação e os recursos necessários. As interações, ou eventos sociais, são representadas na camada intermediária, assim como as metas das interação sociais, as atividades, as técnicas aplicadas e alguns dos artefatos produzidos. Os principais artefatos produzidos ou evoluídos são representados na camada superior.

As etiquetas das arestas são definidas pelo desenhista, o que permite que sejam expressas diversas semânticas. Os tipos dos nós representados também podem ser personalizados pelo desenhista. Assim, se o desenhista quiser representar artigos científicos, por exemplo, um novo desenho que represente esses artigos pode ser criado e utilizado nos modelos. Os papéis que aparecem na Figura 6.5 foram criados dessa forma. Além disso, os modelos ITrace podem ser enriquecidos com *tags* por todos os membros da rede social, capturando os pontos de vista de vários interessados ao longo da evolução, e aumentando a expressividade do modelo.

Utilizamos uma plataforma colaborativa para o compartilhamento de imagens, o Flickr®, para que modelos ITrace pudessem ser convertidos em hipermídia. Essa plataforma colaborativa permite ainda agrupar os modelos, localizar os modelos geograficamente, postar comentários e adicionar notas e *tags* aos modelos. Também é possível fazer buscas utilizando as *tags* como palavras-chave.

Desde meados de 2010, temos aplicado nossa proposta para rastrear os encontros semanais do Grupo de Transparência de Software da PUC-Rio. Rastreamos a captura e a evolução de vários padrões de requisitos (Serrano and Leite 2011a) e a evolução de vários modelos *i\** e do NFR Framework (Chung et al. 2000). Além disso, aplicamos nossa proposta para rastrear um Processo de Desenvolvimento de Software centrado em transparência, usando o Lattes-Scholar (Lattes-Scholar 2011a; Lattes-Scholar 2011b).