

# Um Modelo para Estruturação de Requisitos com Base em Preceitos da Teoria da Atividade

**Giovanni E. Rocco**

Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Informática,  
Caxias do Sul - RS, Brasil, Cx.Postal 1352, CEP 95001-970  
GERocco@ucs.br

**Daniel L. Notari**

Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Informática,  
Caxias do Sul - RS, Brasil, Cx.Postal 1352, CEP 95001-970  
DLNotari@ucs.br

**Maurício F. Galimberti**

Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Informática,  
Caxias do Sul - RS, Brasil, Cx.Postal 1352, CEP 95001-970  
MFGalimb@ucs.br

## Abstract

This paper presents a model to requirements structuring based in goal-oriented methodologies by using scenarios and precepts of the Activity Theory. The model was based in the premises that customers and users often express their needs as desired goals and that human action should be analyzed in context to make sense and be understood. The model is inserted in the FILM's Project context, whose objective is to expand the Fusion Method with a stage of requirements modeling. The model intends the organize requirements specification in an intelligible way and to support for elaboration of models in the analysis phase.

Goal-oriented methodologies, instrumented through scenarios, and coupled with activity principles, offer an appropriate argument to requirements structuring according to the model proposed. The model's goal is to provide a gradual construction of the understanding shared among everyone involved in the system's domain, in a clients and users oriented approach. An example for the modeling is presented as a case study.

**Keywords:** Requirements Engineering, Requirements Model, Object Oriented Approach, Activity Theory.

## Resumo

O artigo apresenta um modelo para a estruturação de requisitos, fundamentado em metodologias orientadas a objetivos com utilização de cenários e em preceitos da Teoria da Atividade. O modelo tem sua argumentação nas premissas que cliente e usuários normalmente expressam suas necessidades através de objetivos almejados e que a ação humana deve ser analisada dentro de um contexto para que possa fazer sentido e ser compreendida.

Inserido no contexto do Projeto FILM, cujo objetivo é expandir o Método Fusion, agregando uma etapa de modelagem de requisitos, o modelo tenciona a organização da especificação dos requisitos de forma inteligível e o suporte para a elaboração dos modelos da fase de análise.

Metodologias orientadas a objetivos, operacionalizadas através de cenários, conjugadas a princípios da atividade oferecem uma fundamentação adequada à estruturação dos requisitos conforme o propósito do modelo. O modelo tem por objetivo possibilitar uma construção gradual do entendimento compartilhado entre os envolvidos sobre o domínio do sistema, em uma abordagem voltada aos clientes e usuários. Um exemplo de modelagem dos requisitos é apresentado com base em um estudo de caso desenvolvido.

**Palavras chaves:** Engenharia de Requisitos, Modelo de Requisitos, Abordagem Orientada a Objetivos, Teoria da Atividade.

# 1 Introdução

É incontestável a importância da definição de requisitos, considerando-se que o sucesso no desenvolvimento depende diretamente da fidelidade com que o software atende às necessidades previstas. Uma definição precisa do que produzir é condição determinante para abonar a satisfação dos clientes e dos usuários. Almeja-se uma compreensão completa e correta das necessidades, em atividades que participam todos os *stakeholders*<sup>NT</sup>.

O estabelecimento de um modelo de definição de requisitos é necessário tanto para os desenvolvedores como para os clientes e usuários, objetivando construir gradualmente e interativamente um entendimento compartilhado sobre a especificação. A representação busca descrever conceitualmente o domínio do sistema em modelos que expressem as propriedades do software, conforme o interesse dos envolvidos, de forma a prover o mais completo e correto entendimento das necessidades desejadas.

Nesta direção, metodologias incentivam o engajamento prematuro dos usuários no desenvolvimento do software, contando com a sua participação efetiva no sentido de trocar perspectivas e negociar requisitos do sistema. As metodologias que seguem esse paradigma visam reduzir a lacuna semântica entre os desenvolvedores e os clientes e usuários. Estabelecem métodos que facilitam a descoberta dos objetivos do sistema, definindo técnicas de representação de requisitos que auxiliam a sua abordagem, buscando prover uma conversação eficaz entre os envolvidos com um grau de abstração adequado à atividade.

A definição de um modelo de estruturação e especificação de requisitos que suporte uma abordagem participativa agrega um rigor conceitual ao software, dado que a qualidade do produto final é intrinsecamente dependente da qualidade da definição das necessidades. O modelo conceitual, que decorre dessa atividade de elicitación, é uma estrutura cognitiva usada com o intuito de entendimento e comunicação de aspectos físicos e sociais do mundo que nos acerca. Serve ao propósito de representar o que é demandado e estabelecer a comunicação entre os envolvidos, visando a compreensão precisa dos requisitos do software.

Neste contexto, dois fatores são considerados fundamentais para esta proposta de um modelo de requisitos: a estruturação e representação dos requisitos sincronizada a uma abordagem de elicitación que conta com o envolvimento efetivo dos clientes e usuários, e a utilização do modelo tanto como uma ferramenta de construção compartilhada dos requisitos quanto um meio de prover suporte à seqüência do processo de desenvolvimento.

O modelo apresentado tem como objetivo principal representar os requisitos funcionais, estruturando-os no contexto do domínio do sistema. O modelo é definido como um instrumento que atende à atividade de modelagem na fase de especificação do processo de engenharia de requisitos, visando complementar o Método Fusion, cuja metodologia não aborda a fase de definição de requisitos. Prevê ainda, o modelo, a coerente sistematização da modelagem com a fase de aquisição de requisitos, relevante ao propósito de facilitar as atividades de elicitación entre os envolvidos.

O artigo apresenta o modelo de estruturação de requisitos na seção 3 com um exemplo de modelagem com base em um estudo de caso. A fundamentação do modelo, que conjuga metodologias orientadas a objetivos com utilização de cenários e preceitos da Teoria da Atividade, é descrita na seção 2. Na seção 4 é apresentado o Projeto FILM, no qual o modelo desenvolvido está engajado. A conclusão, na seção 5, discute a aplicabilidade e contribuições do modelo, mais as diretrizes de andamento do Projeto FILM.

## 2 Argumentação

Em um estágio inicial do desenvolvimento, os clientes geralmente não têm uma visão clara sobre o que necessitam do sistema de software e os requisitos dificilmente refletem suas reais necessidades. Em geral, suas necessidades são expressas como os objetivos almejados para a organização com o desenvolvimento do software, relacionados às tarefas para a sua obtenção [16]. Assim, a definição apropriada dos requisitos depende de um preciso conhecimento do ambiente e das razões pelas quais o software é proposto.

### 2.1 Abordagem por Objetivos

A abordagem por objetivos, amplamente utilizada em diferentes propósitos da Engenharia de Requisitos [18], é uma metodologia eficaz na definição dos *porquês* do software e identificação dos requisitos [1]. O argumento desta abordagem é que as razões de um software determinam as diretrizes do desenvolvimento para a organização para qual ele é requerido.

O conhecimento da contribuição do desenvolvimento do software para ambiente organizacional é considerado um aspecto fundamental para a determinação dos requisitos. O entendimento das razões para o desenvolvimento é importante não apenas para auxiliar a definição do sistema, mas também para facilitar a cooperação com outros sistemas e para a sua evolução.

Questões relacionadas ao *porquê* são adicionadas ao tradicional *o que* no processo de engenharia de requisitos. Um objetivo é simplesmente uma situação desejada. A especificação de objetivos, que declara os resultados desejados e não a maneira em obtê-los, permite entender as razões dos requisitos e perceber quais *stakeholders* colaboram na sua obtenção.

---

<sup>NT</sup> São todos os envolvidos no universo de informações, que compartilham as informações do domínio do sistema. Compreende os especialistas do domínio, os clientes, os usuários, os desenvolvedores e os legisladores.

Alguns modelos de requisitos são propostos segundo abordagens cujos objetivos são inferidos e associados a cenários, os quais constituem mecanismos de ilustração e validação [9]. Outras abordagens definem estruturas hierárquicas de objetivos, nas quais, dada a natureza *ad hoc* do processo de decomposição, o refinamento dos requisitos podem ser sistematicamente aplicados em diversos níveis de abstração do sistema [6][14].

## 2.2 Teoria da Atividade

A adoção de um processo sistemático auxilia as atividades da Engenharia de Requisitos, em especial, a descoberta dos objetivos do sistema. Porém, a problemática que naturalmente existe no processo de compreensão humana, que está no cerne da elicitação dos requisitos, requer uma abordagem que considere efetivamente o contexto em que os usuários exercem suas atividades.

A proposta de Martins e Daltrini [12] sugere a utilização de alguns preceitos da Teoria da Atividade na elicitação dos requisitos de software, considerando-se que os aspectos sociais assumem grande importância nesta atividade. Essa teoria tem grande aceitação em pesquisas que abordam o entendimento da interação entre o ser humano e o seu ambiente material, em um contexto social e cultural. A ação humana deve ser analisada dentro de um contexto para que possa fazer sentido e ser compreendida.

Segundo a Teoria da Atividade [8], a atividade é vista como a unidade básica de análise de situações, cujos princípios servem adequadamente como fundamento para a análise do comportamento do sistema, nas atividades de elicitação e modelagem de requisitos. Particularmente, neste trabalho, o interesse reside na abordagem da interação entre homem e um sistema computacional, no âmbito das atividades.

O conceito de atividade implica a existência de um agente que age sobre alguma coisa, de maneira que a atividade é a interação entre sujeitos (agentes) e objetos (coisas). A Teoria da Atividade possui cinco princípios básicos:

### (1) *Orientação a Objetos*

A atividade não existe como uma entidade isolada por si só. Toda a atividade é direcionada para algo que objetivamente exista no mundo real, ou seja, para um objeto. A noção de objeto não é limitada a propriedades físicas de entidades, mas considera, também, propriedades determinadas socialmente e culturalmente, que podem ser transformados no curso de uma atividade. O objeto pode ser algo material ou algo menos tangível, como um plano ou uma idéia.

### (2) *Interiorização e Exteriorização*

A atividade possui um lado interno e um lado externo que devem ser analisados em conjunto pois há uma mútua transformação entre eles. A interiorização corresponde ao processo mental, na qual são simuladas ações sem a interação com os objetos reais. Já a exteriorização é a transformação das atividades internas em externas, resultando uma interação com os objetos. A divisão entre atividade interna e externa é meramente artificial, qualquer atividade externa é suportada por processos que são originados internamente ao sujeito e o processo interno aparece de uma maneira ou outra no mundo externo.

### (3) *Ferramentas de Mediação*

Em um nível individual, uma atividade possui três elementos básicos: sujeito, objeto e ferramenta de mediação. O sujeito é o agente que atua sobre o objeto da atividade. O objeto é o elemento para o qual as ações da atividade estarão direcionadas. O relacionamento recíproco entre o sujeito e o objeto da atividade é sempre mediado por ferramentas, as quais são usadas no processo de transformação do objeto. Nessa transformação algum resultado deve ser obtido. Transformar um objeto em um resultado motiva a existência de uma atividade.

A mediação da atividade é feita por artefatos os quais, de um modo geral, definem e incluem objetos materiais (instrumentos, máquinas) ou influências (sinais, linguagem, experiências, leis, métodos, formas de organização) que são criados para controlar o comportamento dos sujeitos perante os objetos. Esses artefatos refletem o conhecimento adquirido, transportando uma cultura e história particular, e são estruturas persistentes que estendem ao longo das atividades através do tempo e do espaço.

### (4) *Estrutura Hierárquica*

De acordo com a Teoria da Atividade, a interação entre seres humanos e o mundo é organizada em níveis funcionais hierarquicamente subordinados. Há três níveis na estruturação da atividade: atividade, ações e operações. A atividade é guiada por motivos que, basicamente, refletem a necessidade humana.

As ações constituem o nível central, e são orientadas a metas, as quais constituem os objetos das ações. Tipicamente, as metas são funcionalmente subordinadas a outras metas e, sucessivamente, até um nível hierárquico superior onde há uma meta não subordinada, o motivo. Uma característica importante de uma ação é que ela é planejada antes de sua execução efetiva, diferentemente de uma operação, que é executada de forma automática, sem um planejamento prévio, bastando apenas uma análise das condições atuais para a sua execução. O planejamento de uma ação é feito de forma consciente, usando-se algum modelo mental para isso, o qual é chamado de orientação.

### (5) *Desenvolvimento Contínuo*

A Teoria da Atividade afirma que a interação humana com a realidade deve ser analisada no contexto do desenvolvimento. A atividade por si só é o contexto, no qual são envolvidos sujeitos e ferramentas na transformação de objetos. Todas as práticas são resultados de um certo desenvolvimento histórico, sob certas condições, em contínuo processo de reformulação e desenvolvimento cultural. Quando uma atividade é realizada, há um mecanismo de retorno o qual compara o resultado da atividade com a predição e alguma incongruência promovendo uma situação de aprendizado, isto é, o conhecimento do ser humano é expandido.



Os requisitos do negócio identificam os benefícios primários que o sistema proverá aos clientes. São requisições do cliente para o sistema de software com o propósito de atender aos objetivos definidos para a organização. Esse escopo representa a área de atuação do software e, no modelo, é representados pelos objetivos.

Os requisitos do usuário são tarefas que os usuários serão habilitados a realizar com o sistema de software. Em geral são capturados segundo abordagens de casos de uso e descrição de cenários. Os requisitos funcionais definem a funcionalidade que o software deve prover a fim de capacitar os usuários a realizar suas tarefas. Neste escopo trabalha-se com os usuários na definição das características requeridas para o software, em visões abstratas que os usuários têm do sistema a ser desenvolvido. São especificadas a funcionalidade e o comportamento que o software deve apresentar, como também as informações que estão sob seu domínio; no modelo, são representados pelos requisitos propriamente ditos.

### 3.2 Esquema do Objetivo

A analogia entre as abordagens por objetivos e os preceitos da Teoria da Atividade permite deduzir que um objetivo, definido como uma atividade, pode ser representado pela composição de seus elementos básicos: sujeito, objeto e ferramenta. O objetivo descreve a necessidade em si, e é identificado a partir da informação elicitada do universo de informações, respondendo a um questionamento *por quê*.

O modelo de representação de objetivos é composto por uma classe *objetivo*, a qual contém atributos *identificador*, *informação* e *envolvidos*, e uma agregação de objetos *sujeito*, *objeto* e *ferramenta*. O atributo *identificador* identifica o objetivo no modelo através de uma descrição de qual o resultado pretendido com a realização da atividade. Os atributos *informação* e *envolvidos* representam, respectivamente, a informação elicitada acerca do objetivo, ou uma referência a ela, e os envolvidos responsáveis pela definição do objetivo. Da *informação*, a qual descreve os benefícios que motivam a atividade, infere-se os elementos básicos agregados ao objetivo (figura 2). A seguir são descritos os elementos do objetivo:

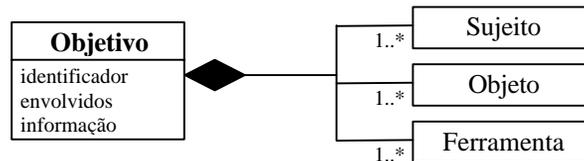


Figura 2 - Definição de um objetivo

*Objeto*: Objeto é o elemento para o qual a atividade está direcionada, conforme o princípio da orientação a objetos da Teoria da Atividade. Representa o elemento que pode ser produzido, transformado ou consumido no curso da atividade. Isto é, descreve alguma coisa para qual o objetivo existe. No processo de elicitação, determina-se o objeto em análise ao resultado esperado, no sentido de elucidar-se para o que ("coisa") tal objetivo foi definido.

*Sujeito*: Sujeito é o elemento ativo da atividade, o qual age exteriorizando uma atividade interna, segundo o princípio da exteriorização. Representa alguém ou algum ente responsável pela criação, transformação ou destruição do objeto. Descobre-se o sujeito analisando quem está envolvido na interação com o objeto.

*Ferramenta*: Ferramentas são utilizadas na interação entre sujeitos e objetos, segundo o princípio da mediação da atividade. Representam os artefatos materiais ou de influência que são utilizados pelos sujeitos na criação, transformação e destruição de objetos, no contexto específico da atividade. A utilização das ferramentas sobre objetos é disciplinada pela obtenção do resultado esperado, ou seja, o atendimento ao objetivo. Encontra-se as ferramentas questionando com o que o sujeito interage com o objeto.

### 3.3 Esquema do Requisito

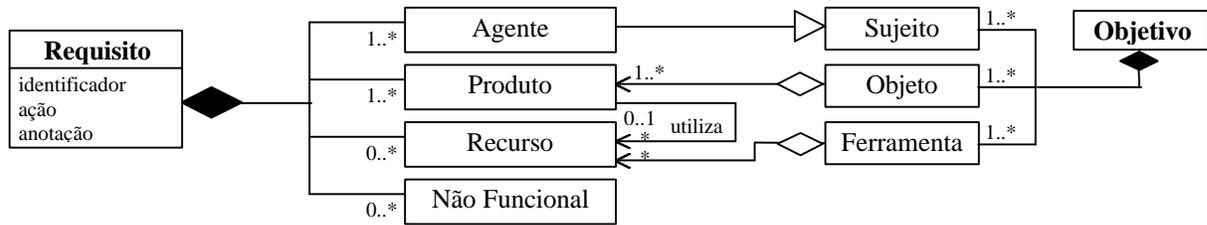
Os requisitos estabelecem um elo de ligação entre os objetivos e os casos de uso do software, cujo propósito é definir elementos a fim de que, posteriormente, possam ser traduzidos em modelos da fase de análise.

No modelo, a representação de um requisito ocorre pela instanciação de um objeto da classe *requisito*, com os atributos *identificador*, *ação* e *anotação*, e uma agregação de objetos *agente*, *recurso*, *produto* e *não funcional*. O atributo *identificador* identifica o requisito por uma descrição que reflete o caso de uso do sistema, resultado da uma ação, a qual é detalhada no atributo *ação*. O atributo *anotação* permite a descrição de alguma informação acerca do requisito que deva ser considerada durante o processo de desenvolvimento. Cabe observar que o modelo tem o propósito de ser utilizado como uma ferramenta de especificação de requisitos e permitir uma construção gradual do entendimento compartilhado pelos envolvidos sobre o sistema.

A *ação* é a descrição do requisito em si, tal como é elicitada a informação ante os envolvidos. A denominação de *ação* indica que o requisito, no modelo, representa o nível de ação, conforme estabelecido pelo princípio da hierarquia da atividade. Descreve a meta estabelecida, ou seja, o que o sistema de software deve prover a fim de habilitar os usuários a realizarem suas tarefas. É o ponto de partida para a definição dos outros objetos agregados ao requisito instanciado (figura 3). A seguir são descritos os elementos que compõem um requisito:

*Agente*: O agente é o beneficiário da execução de alguma ação do sistema. Segundo o princípio da exteriorização, a ação resulta em interação com os objetos de forma planejada, pela vontade de alguém. O agente é obtido da derivação do sujeito do objetivo. Como a atividade prevê as ações, segundo o princípio da hierarquia, os sujeitos

determinam os agentes dos requisitos. Assim, os agentes ou são instâncias de sujeitos do objetivo ou são subordinados aos mesmos. No caso de subordinação, entende-se que os agentes contribuem em prol do objetivo, dirigidos pelos sujeitos.



**Figura 3** - Definição de um requisito associado aos elementos do objetivo

*Produto*: O produto representa a capacidade produtiva do requisito. No contexto do requisito busca-se a produção de um resultado que reflete a meta determinada pela ação. Assim, o resultado esperado da transformação do objeto da atividade pode ser segmentado em produtos obtidos pela execução das ações. Desta forma, os produtos dos requisitos são composições dos objetos do objetivo. Entretanto, como os objetivos tratam níveis de abstração diferentes dos requisitos, os produtos são abstrações passíveis de serem representados em modelos do software. Evidencia-se, aqui, o limite entre o domínio modelado por objetivos motivados à objetos do mundo real, e o domínio modelado por requisitos que prevêem a funcionalidade necessária para que o software atenda às metas desejadas.

*Recurso*: O recurso representa um elemento de informação correspondente à interface entre o agente e o sistema. Corresponde a abstrações das ferramentas, representando informações geridas pelo software em favor do produto da ação. Um produto de requisito também pode ser utilizado como recurso em outro requisito. Por representar o aspecto de meio para produção, é agregado com multiplicidade zero a muitos. Ou seja, pode não haver a necessidade de recurso para a execução da ação ou pode haver um ou mais recursos necessários para o produto da ação.

*Requisitos Não Funcional*: O modelo de requisito tem o propósito de estruturar e representar requisitos funcionais. As características não funcionais do software não são tratadas. Porém, no processo de elicitação dos requisitos, essas características qualitativas, quantitativas e restritivas são capturadas e representadas por objetos descritivos representados pela classe *não funcional*. O intuito é que esses requisitos não funcionais acompanhem o desenvolvimento dos requisitos funcionais, cujos apontamentos instanciados sejam utilizados na validação do software, ainda que sua avaliação dependa da habilidade dos engenheiros de software.

### 3.4 O Processo Utilizado para Modelagem

O modelo apresentado foi validado em três estudos de caso, com média de treze requisitos de usuário modelados por caso [13]. Na atividade de elicitação, basicamente foram utilizadas as técnicas de análise de documentos, entrevistas, reuniões e observações. Em cada caso a aplicação das técnicas foi progressivamente adequada à proposta do modelo. Em um primeiro caso, as técnicas foram aplicadas mais livremente com o intento de corroborar o modelo pré definido. Nos outros, as técnicas foram aplicadas de forma sintonizada a estruturação dos requisitos segundo o modelo e aos preceitos da Teoria da Atividade.

O contexto resumido de um dos estudos de casos é apresentado com o propósito de prover um guia para a construção do modelo: “Uma empresa de saneamento possui, em sua estrutura organizacional, um setor responsável pelos serviços de setorização da rede distribuidora de água. O setor, chamado de controle operacional, é composto por equipes, controladas por um chefe, que realizam esses serviços. A setorização é uma obra de engenharia para otimização da rede de abastecimento em uma área delimitada, através de planejamento técnico no qual são analisados pressão e vazão da rede e perfil dos consumidores atendidos.”

#### 3.4.1 Definir os Objetivos

Segundo a abordagem deste trabalho, determinada as razões iniciais ante aos clientes, são definidos os objetivos do sistema. Cada objetivo indica a motivação de uma atividade, e é definido através das informações apresentadas. Busca-se esclarecer o *por quê* da realização de tal atividade.

Há, no contexto da empresa de saneamento resumidamente apresentado, a necessidade de ter-se uma aplicação com o propósito de manter informações quantitativas dos serviços realizados e os materiais utilizados pelas equipes a fim de permitir ao gerente do controle operacional planejar os custos das obras. Essas informações, elicitadas com a gerente, são subsídios para definir um objetivo para o sistema em questão: gerenciamento de informações para o planejamento das obras de setorização. Essa é a necessidade do cliente, a qual reflete uma diretriz básica para o desenvolvimento do software, e responde ao questionamento *por quê*. Por que desenvolver o software? Para que o gerente do setor disponha de informações que permitam o planejamento das obras de setorização. Isso delimita uma atividade do sistema, isto é, um contexto do sistema que envolve o setor de controle operacional. Observa-se que se para um pretensão objetivo a razão for o atendimento a outra atividade, então trata-se de um requisito do qual deve ser investigado o objetivo que o deriva.

### 3.4.2 Modelar os Objetivos

Os objetivos identificados são modelados em esquemas de objetivo. Cada esquema corresponde a um objetivo, identificado pelo resultado pretendido. Ao objetivo é atribuído a informação elicitada e os envolvidos responsáveis por ela. A informação pode ser uma descrição textual sobre o objetivo ou uma referência onde encontrá-la (documento, gravação de áudio ou vídeo, ou qualquer outro meio obtido da aplicação das técnicas de elicitação). Os elementos básicos do objetivo são inferidos dessa informação.

#### 3.4.2.1 Construir um esquema para cada objetivo

Para o caso abordado, a necessidade de gerenciamento de informações para o planejamento das obras é o objetivo, cujo modelo é instanciando com os atributos *identificador*, *envolvidos* e *informação* (figura 4). A modelagem do objetivo deve ser concomitante ao processo de elicitação, pela argumentação de que a atividade é a unidade básica natural para a análise de situações e, portanto, define o contexto mínimo no qual a ação humana deve ser observada para que possa fazer sentido e ser compreendida.

<b>Objetivo</b>	gerenciamento de informações para o planejamento das obras de setorização
	<i>Qual o resultado esperado? Por que há a necessidade?</i>
<b>Envolvidos</b>	Gerente do Controle Operacional
<b>Informação</b>	Manter informações quantitativas dos serviços realizados diariamente e os materiais utilizados pelas equipes a fim de permitir ao gerente do setor de controle operacional planejar os custos das obras...
<b>Objeto</b>	<i>Para o que esse objetivo faz-se necessário ao sistema?</i>
	custo da obra
<b>Sujeito</b>	<i>Quem está envolvido com esse objetivo?</i>
	gerente e chefes de equipes
<b>Ferramenta</b>	<i>Com o que os sujeitos interagem com o objeto?</i>
	ordens de serviços e planilha de dados

**Figura 4** - Esquema de definição de objetivo para o caso do setor de controle operacional

#### 3.4.2.2 Completar o esquema do objetivo com os elementos básicos

São sugeridas questões que têm o propósito de descobrir os sujeitos, objetos e ferramentas que compõem o objetivo (figura 4). No objetivo em questão: existe algo, material ou não (idéia ou plano), para o qual a atividade de planejamento de obras de setorização é realizada? Sim, para a determinação do custo da obra. Esse é o motivo da atividade, é o objeto para o qual o objetivo é definido. O gerente do setor necessita, para planejar uma obra de setorização, estabelecer o custo em termos de serviços e materiais empregados. Esse objeto (custo da obra) representa a coisa que será criada e transformada durante a execução desta atividade específica.

Os sujeitos são identificados pelo questionamento de quem está envolvido no gerenciamento de informações para o planejamento das obras de setorização. São definidos dois sujeitos, o chefe da equipe que é o responsável pela geração das informações diárias dos serviços realizados e do material empregado, e o gerente do setor que é quem usufrui essas informações a fim de executar o planejamento das obras. Ambos sujeitos agem sobre o objeto, o custo da obra. O gerente cria-o e os chefes das equipes são os responsáveis pela sua transformação através do provimento de informações sobre os serviços e materiais empregados no cotidiano de sua atuação.

Em resposta ao questionamento de com o que os gerentes e chefes de equipes criam e mantêm o custo da obra, descobre-se que são necessárias ordens de serviços e uma planilha contendo os dados do trabalho das equipes. As ordens de serviços são documentos preenchidos por chefes de equipes com os quantitativos dos serviços realizados e materiais utilizados diariamente pela equipe nas obras de setorização. A planilha é utilizada pelo gerente para consolidar as informações das equipes em uma obra específica. Dessa planilha pode-se obter dados cumulativos sobre o rendimento das equipes e a provisão de materiais, os quais serão utilizados para atender ao objetivo de gerenciamento de informações para o planejamento das obras de setorização. As ordens de serviços e a planilha são as ferramentas necessárias para a transformação do objeto; cada dado informado na ordem de serviço e atualizado na planilha reflete uma alteração no custo da obra.

Compõe-se, assim, o objetivo definido: gerente e chefes de equipes (sujeitos), utilizando ordens de serviços e planilhas de dados (ferramentas), na obtenção e manutenção de custo da obra (objeto), com o objetivo de gerenciar as informações para o planejamento de obras de setorização (objetivo).

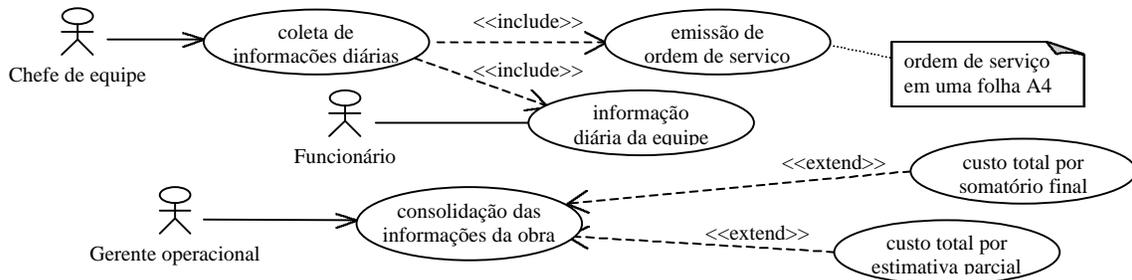
Um glossário de definição de termos especializados do sistema é necessário a fim de atenuar o problema de diferenças de conceituação e entendimento entre os *stakeholders*. O glossário é iniciado nessa etapa do processo de desenvolvimento visando equalizar o conhecimento e facilitar o aspecto de comunicação e deve perdurar por todo o ciclo, acompanhando o dicionário de dados previsto no método Fusion.

### 3.4.3 Representar os Objetivos em Diagramas de Casos de Uso

Os casos de uso (*use case*) são utilizados para descrever os requisitos visíveis de um sistema [15], cuja concepção centrada no ponto de vista do usuário é importante nas atividades que envolvem a modelagem de requisitos. A modelagem por diagramas de casos de uso, aliada à aplicação de abordagens com enfoque orientado a objetivos, facilita a compreensão do comportamento do sistema e a validação dos requisitos [11][2].

Os diagramas de casos de uso são ferramentas utilizadas para a modelagem estática do comportamento do software. A representação dos objetivos em diagramas de casos de uso tem o propósito de estabelecer uma correlação entre os objetivos do sistema e os requisitos do software, considerando que casos de uso são conjuntos de ações que atores (entidades externa ao software) realizam em um sistema buscando um objetivo particular.

Para cada objetivo modelado, um diagrama de casos de uso representa a funcionalidade do sistema (o que o sistema deve fazer?) em prol do objetivo. No caso abordado, o objetivo de gerenciamento de informações para o planejamento das obras de setorização é associado ao um diagrama com os casos de uso básicos que o sistema deve prover a fim de capacitar os usuários a realizarem suas ações (figura 5).



**Figura 5** - Diagrama de caso de uso do objetivo de gerenciamento de informações

### 3.4.4 Modelar os Requisitos

A modelagem dos requisitos ocorre em um contexto de uma atividade e suas ações decorrentes. Ou seja, parte-se de um objetivo específico, do qual deriva-se os requisitos necessários para o seu atendimento. Os objetivos representam uma visão do negócio do sistema, enquanto que os requisitos buscam visões da funcionalidade do software. Esse mecanismo é utilizado buscando uma definição gradual dos requisitos, contando com uma maior participação dos envolvidos com diferentes visões do domínio, desde gerencial até operacional.

#### 3.4.4.1 Construir um esquema de requisito para cada caso de uso

Nesta etapa de modelagem há uma identificação bem definida das necessidades, delimitada por um objetivo, de maneira que os requisitos são então modelados concomitante ao diagrama de casos de uso. Esse procedimento visa detalhar os requisitos através dos refinamentos, abordando níveis de abstração do sistema. Em um nível logo abaixo da definição do objetivo estão os requisitos dos usuários que derivam requisitos funcionais. Estes últimos definem a funcionalidade que o software deve prover. Os refinamentos são representados no diagrama de casos de uso através de relacionamentos de inclusão (*include*) ou extensão (*extend*).

Para cada caso de uso do diagrama, modela-se um esquema de requisito. No caso do setor de controle operacional, a estruturação dos requisitos derivados do objetivo abordado no diagrama de casos de uso (figura 5) é construída pela composição dos esquemas de "coleta de informações diárias" e de "consolidação das informações da obra". O requisito de "coleta de informações diárias" deve ser complementado com os esquemas de "informação diária da equipe" e "emissão de ordem de serviço", enquanto que o de "consolidação das informações da obra", com os de "custo total por somatório final" e "custo total por estimativa parcial".

Os esquemas de requisito, conforme o modelo, são instanciando com os atributos *identificador*, *ação* e *anotação*, representando, respectivamente, o identificador do requisito, a informação elicitada sobre as ações que devem ser realizadas e comentários acerca do requisito a ser desenvolvido (figura 6).

#### 3.4.4.2 Completar o esquema do requisito com os objetos agregados

Os requisitos constituem a interface entre a definição do que desenvolver, para satisfazer os clientes e usuários, e os modelos que representam os objetos, a funcionalidade e o comportamento do software. Segundo essa premissa, é desejável que a representação dos requisitos facilite tanto a identificação da origem dos objetivos que os determinou, como a construção de uma solução de software válida. Assim, o esquema do requisito é complementado com os objetos que o compõem, observando-se que cada objeto é instanciado podendo ser reutilizado na definição de outros requisitos.

Identificada a ação, faz-se uma descrição da mesma com base nas informações elicitadas ante os envolvidos. A partir dessa descrição deve-se elucidar os objetos que compõem o requisito e representá-los no esquema. Essa tarefa é realizada em conjunto com os envolvidos. A análise sobre um escopo delimitado pela ação facilita o processo de elicitação e modelagem do requisito.

O requisito pode ser refinado em requisitos detalhados, cujos objetos também são detalhamentos dos requisitos sobrejacentes. Um exemplo é o requisito "coleta de informações diárias", o qual é detalhado em "emissão de ordem de serviço" e "informação diária da equipe" (figura 6).

<b>Requisito</b>	<b>Identificador: coleta de informações diárias</b>
	<i>Ação:</i> coletar a quantidade de serviços realizados e a quantidade de materiais empregados pela equipe, durante um dia, na realização de uma obra de setorização
	<i>Anotação:</i>
Agente	chefe da equipe
Produto	data, identificação da obra de setorização e identificação da equipe atuante serviços executados e a quantidade de horas diárias de trabalho materiais empregados e o quantitativo diário de utilização
Recurso	ordem de serviço
Não Funcional	
<b>Requisito</b>	<b>Identificador: emissão de ordem de serviço</b>
	<i>Ação:</i> emitir ordem de serviço para o chefe da equipe coletar as informações dos quantitativos diários da atuação de sua equipe
	<i>Anotação:</i> coletar modelo de ordem de serviço pré-impressa no almoxarifado, e considerar o costume na utilização do modelo
Agente	chefe da equipe
Produto	lista de serviços e lista de materiais
Recurso	ordem de serviço (padrão para preenchimento)
Não Funcional	impressão da ordem de serviço em uma folha de tamanho A4
<b>Requisito</b>	<b>Identificador: informação diária da equipe</b>
	<i>Ação:</i> informar a obra na qual a equipe trabalhou, a quantidade de horas utilizadas em cada serviço e a quantidade de materiais empregados, no dia de trabalho
	<i>Anotação:</i>
Agente	chefe da equipe e funcionário
Produto	data, identificação da obra, identificação da equipe quantidade de serviços, quantidade de materiais
Recurso	ordem de serviço (preenchida)
Não Funcional	

**Figura 6** - Esquemas dos requisitos de coleta de informações diárias

O agente dos requisitos ilustrados é o chefe da equipe, que provem do sujeito do objetivo. O chefe da equipe é a pessoa responsável pela coleta das informações diárias, já que informa em qual obra a equipe dele está trabalhando, os serviços prestados no dia em quantidade de horas trabalhadas, e os materiais utilizados. Nesta ação o agente chefe da equipe participa da produção de informações que vão constituir o objeto custo da obra.

Todavia, o modelo prevê a ocorrência de agentes não instanciados como sujeito. No caso exemplo, o funcionário é um colaborador, subordinado ao chefe da equipe. O funcionário somente tem participação sobre o objeto custo da obra por meio de uma atribuição passada pelo chefe da equipe.

O produto é o resultado da ação executada. Assim como o requisito, o produto do requisito é detalhado na representação dos esquemas. No caso ilustrado, há a representação da produção da identificação da obra, a equipe que atuou, a enumeração dos serviços executados e a quantidade de horas de trabalho, e a listagem dos materiais com os quantitativos empregados. Esse produto do requisito vai compor o objeto do objetivo, ou seja, para obter-se o custo da obra é necessário ter-se essas informações.

Neste nível de definição de requisitos, a ordem de serviço representa a informação que abstrai a ordem de serviço instanciada como ferramenta do objetivo, constituindo o recurso necessário para o chefe da equipe gerar o produto.

Um exemplo de requisitos não funcional ocorre com a restrição da ordem de serviço ser impressa em apenas uma folha na tamanho A4. Essa é uma imposição ao projeto do software, definida pelos envolvidos para execução da ação, que, no caso, facilita o manuseio do documento que deve ser preenchido durante o trabalho em campo.

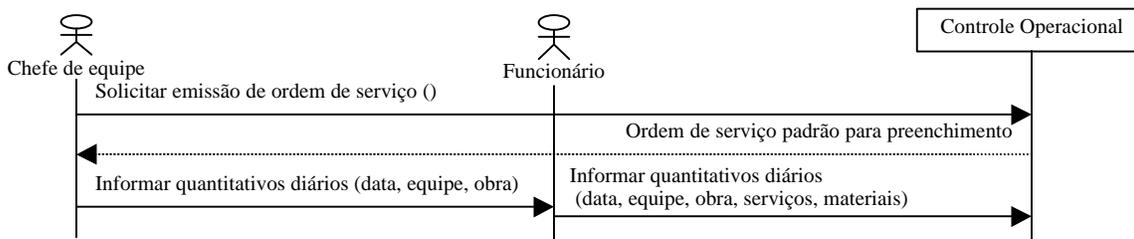
#### 3.4.5 Desenvolver Cenários para os Casos de Uso

Associados aos requisitos e casos de uso, cenários são ferramentas que contribuem para ilustrar uma seqüência de eventos em um contexto restrito para a obtenção de um propósito explícito [9]. Um cenário exhibe uma seqüência de eventos particular dentro de um caso de uso e, portanto, pode ser desenvolvido a partir do caso de uso [10][7]. Os eventos são traduzidos em operações, e o propósito indica a meta da ação, que está modelada nos requisitos associado ao caso de uso. Cenários expressam experiências dos usuários com um grau de abstração apropriado ao

propósito conversacional, consideradas as suas características de legibilidade e nível de informalidade da representação.

Esta característica facilita a interação entre os envolvidos, permitindo a decomposição do requisito, reduzindo a sua complexidade e contribuindo na identificação e tratamentos de situações normais ou de exceção do comportamento do sistema. Um diagrama de casos de uso pode estar associado a vários cenários, cada qual ilustrando uma situação diferente de comportamento, já que enfocam conhecimentos específicos e ignoram outros irrelevantes.

Acompanhando o caso do setor de controle operacional, pode-se desenvolver um cenário correspondente ao caso de uso de "coleta de informações diárias", e seus associados: "emissão de ordem de serviço" e "informação diária da equipe" (figura 7). Os agentes "chefe de equipe" e "funcionário" participam do cenário como atores, os quais estão representados como agentes nos esquemas dos requisitos associados aos casos de uso (figura 6). No cenário há um agente "controle operacional" que denota o sistema, cuja interação descreve a interface do sistema com o ambiente. As setas que chegam ao sistema representam as mensagens de acionamento de uma operação que o sistema deve prover e as que partem refletem os eventos visíveis, resultantes da execução da operação.



**Figura 7** - Cenário associado aos casos de uso de coleta de informações diárias

O chefe da equipe solicita a emissão de uma ordem de serviço padrão para ser preenchida. Ao final da jornada, o chefe da equipe, com a colaboração do funcionário, presta as informações pertinentes a sua equipe. A ordem de serviço é o recurso (do requisito "emissão de ordem de serviço") que contém o produto das ações deste escopo. Em outras palavras, o produto é a informação que compõe o custo da obra e o recurso é o meio utilizado para transportar essa informação entre os agentes do sistema.

Esse exemplo ilustra a modelagem de uma atividade nos diversos níveis hierárquicos, desde a especificação dos objetivos, até a especificação das operações nos cenários. Essa modelagem abstrai diferentes visões dos requisitos, em um segmento do domínio do sistema bem determinado pela atividade e suas ações. A metodologia utilizada facilita o processo de elicitação e modelagem, dada a argumentação básica da Teoria de Atividade: a atividade é a unidade básica de análise de situações, o contexto mínimo no qual a ação humana deve ser analisada para que possa fazer sentido e ser compreendida.

## 4 Projeto FILM

O Projeto FILM, Método Fusion Expandido e Adaptado a UML, é um projeto institucional desenvolvido na Universidade de Caxias do Sul pelo Departamento de Informática, cujo objetivo é adaptar e adequar o Fusion às notações da *Unified Modeling Language* (UML) e expandir o método no que tange à especificação de requisitos.

O Método Fusion estabelece um processo de desenvolvimento bastante sistemático, com procedimentos que guiam-no nas fases de análise, projeto e implementação. Entretanto, o método é aplicado a partir de uma descrição de requisitos, cuja metodologia de captura e notação não é abordada no espectro de sua atuação. O Método Fusion parte do princípio de que já exista um documento de requisitos: "vale lembrar que a captura de requisitos será normalmente executada por um usuário, o qual deve fornecer o documento inicial de requisitos; portanto, o Fusion não possui uma fase de captura de requisitos" [3].

A motivação do Projeto FILM [4] reside no aproveitamento da sistematização oferecido pelo Método Fusion para o desenvolvimento de software orientado a objetos, para estabelecer procedimentos que guiam o processo desde a definição dos requisitos até a implementação do sistema. Neste contexto, o modelo de requisitos apresentado tem o objetivo de, além de organizar e estruturar os requisitos, vinculá-los aos modelos de análise do Método Fusion.

### 4.1 Diretrizes para a Construção dos Modelos de Análise

Os modelos de análise do Método Fusion são o modelo de objetos e o modelo de interfaces. O propósito do modelo de objetos é capturar os conceitos do domínio do sistema, bem como os relacionamentos existentes entre eles. O modelo de objetos descreve a estrutura do sistema, enquanto que o modelo de interfaces tem a finalidade de exprimir o seu comportamento. O modelo de interfaces é representado pelos modelos ciclo-de-vida e de operações. O modelo ciclo-de-vida descreve o comportamento visto de uma perspectiva ampla, mostrando como o sistema se comunica com o seu ambiente desde o momento de sua criação até o seu término. O modelo de operações descreve o comportamento individual de uma operação do sistema, definindo seus efeitos em termos de mudanças de estado e eventos gerados.

Resumidamente, são apresentadas as diretrizes para construção dos modelos de análise a partir do modelo de requisitos apresentado. São apenas diretrizes, visto que devem ser realizadas as atividades pertinentes a fase de

análise conforme determina o processo Fusion. Uma ênfase maior é dada aos modelos de interface já que representam o comportamento, como também exprimem os casos de uso e requisitos do modelo, construídos sob a visão que os usuários têm do que deve prover o software.

Essas diretrizes, entretanto, permitem criar vínculos entre os modelos de forma que pode-se estabelecer uma rastreabilidade desde os objetivos até os componentes implementados. O vínculo entre objetivos e requisitos compreende a estrutura do modelo de requisitos, enquanto que o vínculo dos modelos de análise, projeto e implementação são previstos nas dependências propostas pelo Método Fusion. Esse aspecto de rastreabilidade não é tratado neste trabalho, mas nos casos estudados pode-se avaliar que a estrutura criada entre os modelos ao longo do processo de desenvolvimento contribui positivamente para a validação dos requisitos.

#### 4.1.1 Construção do Modelo de Objetos

O modelo de requisitos colabora na definição das classes. Os recursos indicam fontes de informação que contém elementos que definem as classes. Os agentes são atores representados por classes e delimitam os limites do software, indicando as interfaces e as operações das classes. Os produtos também colaboram diretamente com a definição de atributos ou classes, pois definem composições do objeto final para qual o software é motivado.

#### 4.1.2 Construção do Modelo de Interfaces

A descrição da expressão ciclo-de-vida parte dos objetivos e diagramas de casos de uso. Cada objetivo define uma expressão no ciclo-de-vida inicial do sistema, da qual há o detalhamento pelos casos de uso constantes no diagrama associado ao objetivo. A identificação do objetivo e dos casos de uso são utilizadas nas expressões. Casos de uso associados por *includes* denotam ocorrências sequenciais, representadas na expressão pelo operador ponto (.). Casos de uso associados por *extends* denotam ocorrências opcionais, representado pelo operador barra (|). Os cenários associados aos requisitos colaboram na definição dos eventos de saída, representados pelos retornos das operações do modelo ciclo-de-vida, precedidos pelo símbolo #.

As expressões do modelo ciclo-de-vida que não são substituídas no próprio modelo são descritas como uma operação no modelo de operações, conforme processo do Fusion. Sugere-se que o nome da operação no esquema do modelo de operações (cláusula *operation*) seja o mesmo nome indicado no modelo ciclo-de-vida, dado que por sua vez provem de um esquema de requisito.

Cada operação é descrita pelas cláusulas *operation*, *description*, *reads*, *changes*, *sends*, *assumes* e *result*. A cláusula *operation* aponta um nome que será o identificador único da operação do software. A cláusula *description* apresenta uma descrição informal e concisa da operação. A cláusula *reads* introduz uma lista de itens que constituem parâmetros (precedidos pela palavra *supplied*), objetos, atributos e relacionamentos que podem ser acessados pela operação. A cláusula *changes* introduz uma lista de itens que constituem objetos, atributos e relacionamentos que podem ser criados (precedidos pela palavra *new*) ou alterados pela operação. A cláusula *sends* apresenta uma lista de agentes e os eventos que a operação lhes envia. A cláusula *assumes* define pré-condições para a execução da operação e a cláusula *result* define as pós-condições após a execução da operação.

A descrição da operação, cláusula *description*, é um texto que advém do atributo "ação" do esquema do requisito. Essa descrição narra o que a operação deve prover e, como é obtida durante a elicitación com os usuários, expõe a visão que estes têm da funcionalidade desejada para o software.

Os parâmetros das operações nos cenários são representados no modelo de operações na cláusula *reads*. Como esses parâmetros são fornecidos pelos agentes para que a operação seja realizada, eles são precedidos pela palavra reservada *supplied*. Esses parâmetros são obtidos, também, dos produtos dos requisitos. Os produtos e os recursos, que constituem as informações utilizadas, são considerados para a definição dos objetos de manipulação das operações, descritos nas cláusulas *reads* e *changes* do modelo.

Os eventos dos cenários representam as mensagens que são enviadas aos agentes. Correspondem ao texto descrito na cláusula *sends* do modelo de operações. Nesta cláusula é descrito o agente que recebe a mensagem seguido da mensagem em si. O agente está representado no cenário, enquanto que a mensagem é o evento que parte do agente de software para o agente externo, em resposta à operação solicitada.

As cláusulas *assumes* e *results* definem pré e pós-condições da execução da operação e são tratadas durante a fase de análise, conforme o Método Fusion.

## 5 Conclusão

O modelo apresentado está fundamentado nas abordagens orientadas a objetivos e nos princípios da Teoria da Atividade, sendo concebido de forma a prover uma construção gradual do entendimento compartilhado sobre os requisitos do sistema. A abordagem por objetivos permite uma segmentação eficiente para o trato do domínio do sistema, definindo o escopo por atividade. A organização hierárquica das atividades contribui positivamente para a especificação das necessidades em níveis de abstrações, desde os objetivos até os requisitos funcionais do software.

A avaliação sobre a aplicabilidade do modelo nos casos estudados foi positiva. O delineamento das necessidade por atividades apresentou-se como uma maneira natural ao entendimento e tratamento do domínio do sistema, sob a perspectiva dos clientes e usuários. A identificação dos objetivos como ponto de partida para a derivação da estrutura dos requisitos associados colaborou diretamente na organização e estabelecimento de vínculos entre tais

requisitos e os demais modelos do software. Esse aspecto facilitou a validação dos requisitos, ainda que neste trabalho a validação tenha ocorrido de forma empírica, dependendo da habilidade dos envolvidos em tal atividade. No contexto do Projeto FILM, o modelo atendeu aos objetivos a que se propunha. A estruturação do modelo, harmônica ao processo de aquisição do conhecimento, permite uma organização dos requisitos em uma representação adequada à metodologia trabalhada. Facilita a continuidade e modularização do processo de desenvolvimento e permite a manutenção de vínculos que relacionam as necessidades dos cliente e usuários aos modelos de análise e projeto do software e, conseqüentemente, aos produtos implementados.

A abordagem de requisitos do Projeto FILM tem sido utilizada nas disciplinas de Análise e Projeto de Sistemas dos cursos de computação (bacharelado e tecnólogo) e pós-graduação da Universidade de Caxias do Sul. Trabalhos de estágio do curso de tecnólogo têm utilizado a metodologia com bastante receptividade e sucesso no desenvolvimento de software aplicativos para o mercado, o que vem validando o modelo ao propósito da Engenharia de Requisitos. O projeto para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à metodologia do Projeto FILM têm gerado propostas de trabalhos de conclusão dos cursos de computação na área de Engenharia de Software. A fase de estruturação dos requisitos da ferramenta CaseFILM, com base no modelo aqui apresentado, encontra-se em desenvolvimento.

## Referências

- [1] Antón, A.I. “Goal-Based Requirements Analysis”. *Proceedings of Second IEEE International Conference on Requirements Engineering*, Colorado Springs, USA, (April 1996), pp. 136-144.
- [2] Cocburn, A. “Structuring Use Cases with Goals”. *Journal of Object Oriented Programming*. Vol.10, No.7/8, (September/October 1997), pp.35-40, (November/December 1997), pp.56-62.
- [3] Coleman, D. et al. *Desenvolvimento Orientado a Objetos: o Método Fusion*. Campus, Rio Janeiro, Brasil, 1996.
- [4] Galimberti, M.F et al. *Análise e Projeto Orientados a Objetos: Método Fusion Expandido e Adaptado à UML*. Departamento de Informática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Brasil, 2001. Disponível em <http://dein.ucs.br/Pesquisa/Projetos/Film>, maio de 2002.
- [5] Gunter, C.A. et al. “A Reference Model for Requirements and Specifications”. *IEEE Software*. Vol.18, No.3, (May/June 2000), pp.37-43.
- [6] Haumer, P., Pohl, K. and Weidenhaupt, K. “Requirements Elicitation and Validation with Real World Scenes”. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol.24, No.12, (December 1998), pp.1036-1054.
- [7] Jacobson, I.; Booch, G.; Rumbaugh, J. *The Unified Software Development Process*. Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1999.
- [8] Kaptelinin, V. and Nardi, B.A. “Activity Theory: Basic Concepts and Applications”. *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta, USA, (March 1997), New York: ACM, 1997.
- [9] Lamsweerde, A. and Willemet, L. “Inferring Declarative Requirements Specifications from Operational Scenarios”. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol.24, No.12, (December 1998), pp.1089-1114.
- [10] Larman, C. *Utilizando UML e Padrões*. Bookman, Porto Alegre, Brasil, 2000.
- [11] Lee, J. and Xue, N.L. “Analyzing User Requirements by Use Cases: a Goal-Driven Approach”. *IEEE Software*. Vol.18, No.4, (July/August 1999), pp.92-101.
- [12] Martins, L.E.G. and Daltrini, B.M. “Utilização dos Preceitos da Teoria da Atividade na Elicitação dos Requisitos de Software”. *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Florianópolis, Brasil, (Outubro 1999), pp.63-76.
- [13] Rocco, G.E. *Um Modelo de Estruturação de Requisitos para o Método Fusion*. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Programa de Pós-Graduação em Computação, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. 2002.
- [14] Rolland, C.; Souveyet, C.; Achour, C.B. “Guiding Goal Modeling Using Scenarios”. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol.24, No.12, (December 1998), pp.1055-1071.
- [15] Schneider, G. and Winters, J.P. *Applying Use Cases: a Practical Guide*. Addison-Wesley, Massachusetts, USA, 1998.
- [16] Sutcliffe, A.G. and Maiden, N. “The Domain Theory for Requirements Engineering”. *IEEE Transactions on Software Engineering*. Vol.24, No.3, (March 1998), pp.174-196.
- [17] Wiegers, K.E. *Software Requirements*. Microsoft Press, Washington, USA, 1999.
- [18] Yu, E.S.K. “Why Goal-Oriented Requirements Engineering”. *Proceedings of Fourth International Workshop of Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, Pisa, Italy, (June 1998), pp.15-22.