

Uso de Gerência de Conhecimento para Apoiar a Realização de Estimativas

Fábio Feu Rosa Valente

Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Vitória
Vitória – ES, Brasil, 29060-410
fabio.valente@terra.com.br

Ricardo de Almeida Falbo

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Informática
Vitória – ES, Brasil, 29060-900
falbo@inf.ufes.br

Abstract

The success or failure of a software project is related with delivering it with good quality, on schedule and within the estimated budget. A good estimate of the work to be done is an important aspect in the success of a project. Process and project metrics stored in an experience repository can provide an important historical perspective and be a good source for estimates.

In this paper, we present an architecture of a knowledge management (KM) system to support storing, sharing and reusing knowledge that can help software estimation. We also present a KM-based tool that implements the architecture proposed, offering a search mechanism that retrieves projects according to the characteristics requested by a software project manager.

Keywords: Estimates, knowledge management, metrics.

Resumo

O sucesso ou fracasso de um projeto de software está relacionado com sua entrega no prazo acordado com o cliente, dentro do orçamento previsto e com qualidade. A elaboração de boas estimativas do trabalho a ser realizado representa um fator chave para o sucesso de um projeto. Métricas de processo e projeto armazenadas em um repositório de experiências da organização podem prover uma perspectiva histórica importante e ser uma boa fonte para estimativas.

Este artigo define a arquitetura de um sistema de gerência de conhecimento para suportar o armazenamento e compartilhamento de experiências e métricas de projetos que possam ajudar na elaboração de estimativas. Também é apresentada uma ferramenta de gerência de conhecimento, que implementa a arquitetura proposta, oferecendo mecanismos de busca que permitem a recuperação de projetos que satisfaçam às características estabelecidas por um líder de projeto.

Palavras chave: Estimativas, gerência de conhecimento, métricas.

1 Introdução

O sucesso ou fracasso de um projeto de software está relacionado com sua entrega no prazo acordado com o cliente, dentro do orçamento previsto e com qualidade. A elaboração de estimativas acuradas do trabalho a ser realizado representa um fator chave do sucesso de um projeto e pode ser considerada a fundação para todas as outras atividades de planejamento. Apesar das estimativas serem um pouco de arte e um pouco de ciência, esta importante atividade não deve ser conduzida desordenadamente. Métricas de processo e projeto armazenadas num repositório de experiências da organização podem prover uma perspectiva histórica importante e ser uma boa fonte para estimativas. Neste contexto, o uso de gerência de conhecimento pode ser bastante útil.

A gerência de conhecimento envolve recursos humanos, organização e cultura, além de tecnologia de informação, métodos e ferramentas para o seu apoio [1]. A gerência de conhecimento facilita a criação, acesso e reuso do conhecimento e seu objetivo principal é promover o surgimento de conhecimento novo, seu armazenamento e compartilhamento por toda a organização.

Este trabalho apresenta uma abordagem baseada em gerência de conhecimento para apoiar a realização de estimativas de projetos no *Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Vitória – CDSV*. A seção 2 discute a questão da elaboração de estimativas de forma genérica e no contexto do CDSV. A seção 3 apresenta conceitos de gerência de conhecimento. A seção 4 apresenta uma proposta de apoio automatizado através da gerência do conhecimento para a realização de estimativas. A seção 5 apresenta uma ferramenta de apoio à realização de estimativas. Na seção 6, são discutidos trabalhos correlatos e, finalmente, a seção 7 apresenta as conclusões deste trabalho.

2 Estimativas

Antes do início de um projeto, o gerente e a equipe de desenvolvimento devem estimar o trabalho a ser realizado, os recursos necessários, o tempo de duração e, por fim, o custo do projeto. Para alcançar boas estimativas de prazo, esforço e custo, existem algumas opções [2]:

- Postergar a estimativa até o mais tarde possível no projeto.
- Usar técnicas de decomposição relativamente simples.
- Usar um ou mais modelos empíricos para estimativas de custo e esforço.
- Basear as estimativas em projetos similares que já tenham sido concluídos.

A primeira opção, apesar de ser atraente, não é prática, pois estimativas devem ser providas logo no início do projeto. No entanto, deve-se reconhecer que, quanto mais tarde for feita a estimativa, maior o conhecimento do projeto e menores as chances de se cometer erros [2]. Técnicas de decomposição, a segunda opção, usam a abordagem “dividir e conquistar” para a realização de estimativas, através da decomposição do projeto nas funções e atividades mais importantes. Na terceira opção, os modelos empíricos usam fórmulas empiricamente derivadas para prever esforço como uma função de linhas de código ou pontos de função. Os dados empíricos que suportam a maioria dos modelos de estimativas são derivados de um conjunto limitado de projetos. Além disso, fatores culturais da organização não são considerados no uso de modelos empíricos, pois os projetos que constituem a base de dados do modelo são externos à organização.

Finalmente, na quarta opção, métricas de processo e projeto armazenadas em um repositório de experiências da organização podem prover uma perspectiva histórica importante e ser uma boa fonte para estimativas. Através de mecanismos de busca, é possível recuperar projetos similares que contêm indicadores e lições aprendidas, informações valiosas para ajudar a elaborar estimativas mais precisas. Nesta abordagem, os fatores culturais são considerados, pois os projetos foram desenvolvidos na própria organização.

Neste trabalho, o objetivo é apresentar uma proposta para apoiar estimativas usando gerência de conhecimento, através de um repositório de experiências que contenha informações de projetos concluídos da organização, ou seja, o interesse está na quarta opção. Contudo, isto não significa que as outras opções devam ser descartadas na realização de estimativas, pois, na realidade, quanto mais técnicas e modelos forem utilizados, melhor.

2.1 Estimativas no CDSV

O Centro de Desenvolvimento de Sistemas de Vitória (CDSV) é um dos seis centros de desenvolvimento de software da Xerox no mundo. Através de um direcionamento corporativo, o CDSV tem investido na qualidade do seu processo de desenvolvimento, tendo sido certificado com o nível 3 de maturidade do CMM em 1997 e atualmente, está avaliando as necessidades para alcançar o próximo nível de maturidade. No nível 4, a organização deve definir objetivos de qualidade quantitativos, através de medições consistentes e bem definidas, estabelecendo uma base para estimar e avaliar os processos e produtos de um projeto de software.

Para apoiar esses trabalhos, diversos esforços têm sido empreendidos no CDSV. A primeira iniciativa foi o desenvolvimento de uma ferramenta de controle das atividades desenvolvidas pelas pessoas da organização, chamada *Activity Control System (ACS)*, com o objetivo de dar visibilidade ao corpo gerencial sobre as tarefas que estavam sendo realizadas ao longo do projeto. A ferramenta permite o cadastro de projetos, atividades e pessoas. Ao final de um período de tempo, cada pessoa deve fornecer informações relativas ao tempo gasto em cada atividade de um determinado projeto. Através desta ferramenta podem ser extraídos relatórios de esforço de cada grupo que desenvolve o projeto, assim como o percentual gasto em cada atividade. Vale a pena mencionar que, atualmente, o custo relativo a recursos humanos nos projetos do CDSV é derivado a partir destes relatórios de esforço do ACS.

Com a implantação do modelo CMM no CDSV, houve uma necessidade de prover métricas qualitativas e quantitativas dos projetos, como tamanho dos artefatos produzidos, produtividade da equipe e métricas de qualidade dos produtos, dentre outros. Como este tipo de medida não fazia parte do escopo do ACS, foi necessário desenvolver uma ferramenta para coletar, armazenar e divulgar estas informações. Assim, foi desenvolvida uma ferramenta integrada ao ACS, denominada *Organization Process Database (OPD)*, cuja funcionalidade atende às necessidades básicas de métricas do CMM. O OPD pode ser descrito como um repositório de dados de projetos, que está organizado nos seguintes grupos de informações: esforço, tamanho, custo, requisitos e alterações, qualidade, revisão de pares e módulos. A ferramenta não se propõe a coletar métricas que sirvam para fazer o acompanhamento do projeto, tais como coleta parcial de tamanho ou esforço. Seu propósito principal é ter um histórico das informações de projetos concluídos. Com o apoio destas duas ferramentas, o CDSV tem conseguido coletar e divulgar dados de métricas. No entanto, algumas oportunidades de melhoria ainda foram detectadas:

- É necessário apoiar a realização de estimativas de projeto, através da recuperação de projetos com características similares;
- É importante obter indicadores de uma classe de projetos da organização;
- As métricas usadas na organização devem ser definidas a partir de seus objetivos de negócio;
- A coleta e, sobretudo, a disseminação de métricas de acompanhamento do projeto deve ser aperfeiçoada;
- Além das informações disponíveis, é fundamental disseminar as lições aprendidas em projetos anteriores.

Em suma, não basta somente armazenar as métricas, é necessário prover meios de recuperá-las de forma apropriada. Além disso, é necessário que as lições aprendidas durante os projetos sejam disseminadas por toda a organização. Ou seja, uma organização que não armazena informações relacionadas ao sucesso ou fracasso de seus projetos terá como resultado a repetição das falhas. Esse aprendizado de acertos e fracassos no desenvolvimento de projetos tem se mostrado pouco eficiente no CDSV.

Fazendo uma análise crítica deste contexto, foi possível constatar que há uma oportunidade de melhorar as estimativas de projetos através da estruturação do conhecimento das métricas e lições aprendidas dos projetos, de forma que este conhecimento possa ser recuperado e disseminado conforme necessário. Para tal, o uso de uma abordagem de gerência de conhecimento foi considerada valiosa.

De fato, o CDSV já tem feito experiências com gerência de conhecimento, tendo desenvolvido ProKnowHow [3], uma ferramenta baseada em gerência de conhecimento para apoiar a instanciação de processos de software para projetos específicos a partir do processo padrão. A meta é, portanto, estender ProKnowHow no sentido de apoiar também a elaboração de estimativas.

3 Gerência de Conhecimento

Recentemente, a gerência do conhecimento – isto é, a forma como as organizações geram, disseminam e usam seu capital intelectual – vem sendo reconhecida como uma fonte de vantagem competitiva. No entanto, para a vantagem competitiva fornecida pelo conhecimento ser sustentável, o conhecimento não pode estar no nível do indivíduo [4]. As organizações têm adotado a gerência de conhecimento como forma de melhorar o fluxo de conhecimento entre seus funcionários. A gerência de conhecimento consiste em coletar e armazenar sistematicamente o conhecimento adquirido, compartilhar este conhecimento através de uma memória organizacional e promover o surgimento de novos conhecimentos.

A memória organizacional (MO) pode ser considerada um repositório do conhecimento disponível na organização, cuja finalidade é assegurar que o conhecimento desejado possa ser recuperado no tempo e no lugar certo. Dentro do contexto da engenharia de software, a MO pode ser representada por um ou diversos repositórios de conhecimento relacionados ao desenvolvimento de software, como, por exemplo, processos, procedimentos, métricas de projetos, lições aprendidas, notícias, competências das pessoas, artefatos de projeto, artefatos para reuso, dentre outros. Além disso, atributos descritivos do conhecimento armazenado nas bases de conhecimento são importantes para o uso e a manutenção do conhecimento (por exemplo: nome e função do contato ou de quem fez a contribuição, data de contribuição, situação do item do conhecimento, etc.) [5].

A memória organizacional deve conter vários tipos de conhecimento, que podem ser utilizados pelo usuário. Este conhecimento compreende tanto o conhecimento formal quanto o conhecimento informal [3]. O primeiro é o conhecimento mais fácil de ser compartilhado e compreende processos, procedimentos, métricas de projetos, pessoas e os artefatos desenvolvidos e reutilizados durante os projetos. Já o conhecimento informal, não é tão fácil de ser compartilhado, pois, na maioria das vezes, compreende a experiência que a equipe ou a pessoa teve no decorrer do desenvolvimento, como, por exemplo, no acompanhamento das estimativas realizadas no planejamento do projeto. No entanto, esta experiência é muito importante, pois complementa o conhecimento formal e aponta observações que devem ser consideradas, servindo como base para melhorar o processo de desenvolvimento de software como um todo.

Neste trabalho, a memória organizacional é composta por um repositório de conhecimento com conhecimentos formais e informais, que podem contribuir para a melhoria da precisão das estimativas. O conhecimento formal é armazenado na forma de métricas de projetos, pessoas envolvidas no desenvolvimento e artefatos reutilizáveis e o conhecimento informal é armazenado na forma de lições aprendidas. A estrutura desse repositório de conhecimento está descrita em mais detalhes na seção 4.

O uso estruturado e eficiente da memória organizacional requer que os usuários tenham um mesmo entendimento dos conceitos e da taxonomia utilizados. Segundo O'Leary [4], o uso de ontologias pode facilitar a comunicação entre múltiplos usuários e a associação entre os múltiplos repositórios de conhecimento, pois é especificado um vocabulário compartilhado. Uma ontologia é a especificação de uma conceituação [6], isto é, uma descrição de conceitos e relações que podem existir para uma comunidade de usuários. Ontologias têm por objetivo firmar um acordo sobre o vocabulário do domínio de interesse a ser compartilhado por usuários que nele atuam. Basicamente, uma ontologia consiste de conceitos e relações, suas definições, propriedades e restrições, descritos na forma de axiomas [7].

No contexto do trabalho aqui apresentado, foi utilizada a ontologia de qualidade de software desenvolvida em [8]. Os conceitos desenvolvidos nessa ontologia são utilizados para homogeneizar o vocabulário e facilitar o desenvolvimento do repositório de experiência e o compartilhamento do conhecimento. Esta ontologia é particularmente útil no contexto deste trabalho, porque sua definição teve por fim reunir conceitos e relações relevantes sobre este domínio, de maneira confiável, com o intuito de apoiar seu aprendizado, permitindo a aquisição, organização, reuso e compartilhamento de conhecimento sobre qualidade de software [8]. A partir desta ontologia, foi possível definir a infra-estrutura da memória organizacional. Essa infra-estrutura é capaz de capturar o conhecimento formal, envolvendo características de qualidade e métricas de projeto capazes de apoiar a elaboração de estimativas, e o conhecimento informal, as lições aprendidas, as quais podem estar associadas a um conceito da ontologia, tal como uma característica de qualidade, uma métrica, uma medida, etc. Desta forma, a memória organizacional está fundamentada em um modelo conceitual sólido.

4 Apoio Automatizado a Estimativas com Gerência de Conhecimento

Tendo em vista que o uso de gerência de conhecimento é uma abordagem interessante para tratar problemas relacionados à elaboração de estimativas, foi definida uma extensão de ProKnowHow [3], um sistema de gerência de conhecimento, visando apoiar a elaboração de estimativas. Esta extensão é baseada nos conceitos, passos e ciclos de realimentação do Paradigma de Melhoria de Qualidade, proposto pela Fábrica de Experiência [9], uma abordagem para a melhoria de qualidade de software, que tem motivação semelhante à da gerência de conhecimento, porém se concentrando na melhoria contínua de qualidade em organizações que desenvolvem e mantêm software. Basicamente, ela contempla os passos mostrados na figura 1.

A arquitetura do sistema é baseada numa separação lógica entre o desenvolvimento do projeto (Organização de Projetos) e o repositório de experiências (Memória Organizacional). A Memória Organizacional (MO) é uma organização lógica e física que provê apoio à elaboração de estimativas, atuando como um repositório de experiências e fornecendo, sob demanda, estas experiências para vários projetos em desenvolvimento. A MO empacota experiências em modelos de conhecimento formal e informal, que definem como as métricas, lições aprendidas e outros dados do projeto devem ser armazenados. A administração da MO é de responsabilidade do gerente de conhecimento.

A Organização de Projetos (OP), cujo objetivo é produzir e manter software, recupera as experiências da MO e utiliza este conhecimento no desenvolvimento do projeto. Inicialmente, o projeto deve ser caracterizado segundo os modelos de conhecimento definidos na MO. Então, são definidos os objetivos, indicadores e métricas do projeto a ser desenvolvido. Com este conjunto de informações sobre o projeto e a recuperação de experiências similares provida pela MO, a Organização de Projetos tem melhores condições de elaborar as estimativas e realizar o acompanhamento do projeto. A seguir são descritas as principais atividades contempladas nessa extensão.

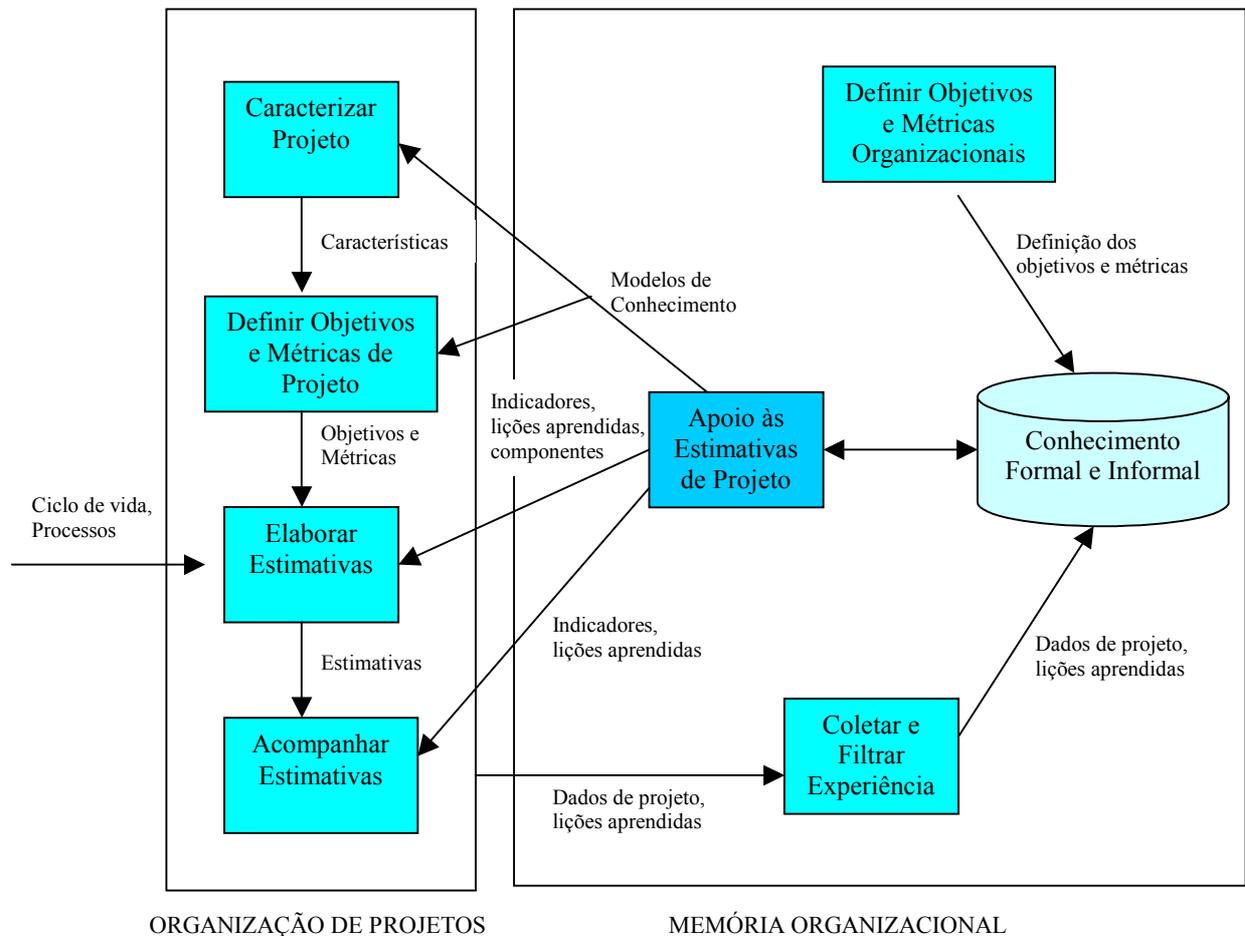


Figura 1 – Proposta de Apoio às Estimativas Baseada em Gerência de Conhecimento.

Definir Objetivos e Métricas Organizacionais

A determinação de objetivos, seja no nível organizacional ou de projeto, é importante para direcionar os esforços e estabelecer expectativas, que geralmente estão associadas a desempenho, qualidade, prazos e custos. Estes objetivos devem ser mensuráveis e a abordagem escolhida para estabelecê-los foi a *Goal Question Metric* (GQM) [10]. Usando a abordagem GQM, é possível derivar métricas a partir das necessidades e objetivos de negócio de um projeto ou organização.

Assim, a partir da aplicação do GQM, foram definidas quais métricas deveriam compor a memória organizacional. Além disso, foi necessário coletar dados iniciais que permitissem o estabelecimento de um *baseline* de informações organizacionais. Esta definição constituiu os alicerces do repositório de conhecimento. Contudo, não se pode pensar que ela é estática, mas, ao contrário, deverá ser continuamente refinada no decorrer do tempo, de acordo com as mudanças advindas dos objetivos de negócio da organização.

Caracterizar Projeto

Para apoiar a busca de projetos similares e suas estimativas, é necessário classificar os projetos a serem desenvolvidos de acordo com um conjunto de características, que permita isolar uma classe de projetos com características e objetivos similares ao projeto que será desenvolvido. Existe um grande número de características de projeto que afetam o seu desenvolvimento, entre elas:

- critérios relacionados a pessoal, tais como experiência dos usuários, experiência da equipe de desenvolvimento no domínio da aplicação e em engenharia de software;
- critérios relacionados ao problema, tais como complexidade e frequência de alteração de requisitos;
- critérios relacionados ao produto, tais como tamanho e complexidade da aplicação;
- critérios relacionados a recursos, tais como disponibilidade de pessoas e facilidade de acesso aos usuários;

- critérios relacionados ao desenvolvimento, tais como a possibilidade de entregar o produto em partes, o paradigma adotado e o nível de riscos técnicos.

É importante frisar que tanto as características de projeto, como os objetivos e métricas selecionados devem estar de acordo com os modelos de características, objetivos e métricas definidos e aprovados para a organização, que na figura 1 são denominados modelos de conhecimento.

Definir Objetivos e Métricas do Projeto

Segundo o paradigma GQM, existe uma associação estreita entre os objetivos e as métricas organizacionais, de forma que, para cada objetivo organizacional, são definidas as métricas derivadas do mesmo.

Os objetivos de um projeto, por sua vez, devem estar em conformidade com os objetivos organizacionais e, por conseguinte, devem ser derivados deles. Assim, quando um objetivo de projeto é derivado dos objetivos organizacionais, é possível indicar, automaticamente, possíveis métricas. Em outras palavras, um projeto não define suas métricas, mas seus objetivos e, a partir da associação entre eles, são derivadas as métricas. Um projeto pode utilizar todos os objetivos da organização ou apenas alguns deles. Caso um projeto tenha de definir um novo objetivo, que não esteja definido na Memória Organizacional, este novo objetivo deve ser primeiramente definido como objetivo organizacional na MO para, então, ser utilizado pelo projeto.

Um projeto pode, entretanto, definir os valores que suas métricas devem atingir, tal como, por exemplo, a produtividade ser maior que 500 LOC por pessoa-mês e o índice de erros ser menor que 5 erros por KLOC. Isto significa que, apesar das métricas serem derivadas dos objetivos, podem ser definidas metas de valores para elas. Assim, na conclusão do projeto, pode ser feita uma comparação entre os valores reais e as metas estabelecidas para as métricas do projeto.

Apoio às Estimativas de Projeto

Como um repositório de experiências pode se tornar grande e conter uma grande quantidade de informação, buscá-las de forma eficiente é uma questão importante em um sistema de gerência de configuração. O mecanismo de busca utilizado nesta proposta é a busca por atributos, na qual o usuário pode selecionar os atributos relevantes do objeto pesquisado, assim como manipular os valores destes atributos. Vale a pena lembrar que o repositório de conhecimento é baseado na ontologia de qualidade de software e, por consequência, a descrição dos objetos nesta base é feita usando os termos da ontologia e buscas feitas com sinônimos são transformadas para o vocabulário da ontologia.

Na divulgação do conhecimento, o mecanismo de busca tradicional preconiza uma estratégia reativa, na qual o usuário deve iniciar toda atividade no sistema, assim como especificar o tipo de informação desejada. Uma forma complementar e muito útil num sistema de memória organizacional é oferecer um comportamento pró-ativo de divulgação de informações relacionadas a um objeto, sem que haja uma solicitação explícita por parte do usuário. Neste sentido, ao buscar informações sobre um projeto com determinados atributos, além de retornar as informações solicitadas, o sistema notifica o usuário sobre a existência de lições aprendidas relacionadas ao projeto em questão.

Elaborar Estimativas

O foco desta proposta para apoio à elaboração de estimativas está em recuperar informações de projetos similares do repositório de conhecimento. Foram identificados quatro tipos de conhecimento, classificados em formal e informal, que podem apoiar a elaboração de estimativas de projeto. Como conhecimento formal, foram identificados: as métricas de projeto, as pessoas que participaram dos projetos e os componentes reutilizáveis. Como conhecimento informal, foram identificadas as lições aprendidas.

Além das características, objetivos e indicadores do projeto a ser desenvolvido, há duas outras importantes informações para que se possa elaborar estimativas: o modelo de ciclo de vida e o processo de software, selecionados e adaptados ao desenvolvimento do projeto. A atividade de definição do processo já é tratada no CDSV através da ferramenta ProKnowHow [3], usada para apoiar a adaptação do processo padrão do CDSV para projetos específicos. Assim, no contexto deste trabalho, o ciclo de vida e o processo já foram definidos para o projeto em questão.

Com estas informações, tem-se todos os pré-requisitos necessários para a elaboração das estimativas do projeto. Neste momento, deve-se fazer uso do repositório de conhecimento da organização para recuperar informações de projetos com características similares ao que será desenvolvido. Ou seja, deve-se identificar as características relevantes do projeto para obter alguns indicadores de produtividade e qualidade de uma classe de projetos da organização.

Acompanhar Estimativas

O acompanhamento de um projeto provê visibilidade na sua evolução, de forma que a gerência possa tomar ações corretivas quando o desempenho do projeto desviar-se significativamente do planejado. Este acompanhamento envolve monitorar e revisar as realizações e resultados do projeto e compará-los com os objetivos e estimativas planejados, fazendo os ajustes quando for necessário. Para apoiar o acompanhamento de estimativas de projeto, duas abordagens foram definidas: comparação dos resultados reais contra os estimados e recuperação de informações sobre a evolução de projetos similares.

Coletar e Filtrar Experiência

A coleta envolve a consolidação da experiência obtida no projeto, em uma estrutura de conhecimento aprovada para a organização e o seu armazenamento no repositório de conhecimento, tornando-a disponível para projetos futuros. Existe uma ampla variedade de dados a serem coletados para um projeto, como métricas de esforço, custo, qualidade e tempo, pessoas envolvidas no desenvolvimento, componentes que podem ser reutilizados e lições aprendidas, dentre outros. Os dados que compõem o repositório de conhecimento estão descritos na subseção 4.1.

A coleta dos dados deve estar integrada ao processo de desenvolvimento, como forma de facilitar a definição de quando e como coletar esses dados [9]. Deve haver procedimentos que descrevam como coletar os dados, assegurando, desta forma, que os dados são coletados do mesmo modo e, portanto, são consistentes.

A validação dos dados coletados é importante no sentido de assegurar que as estimativas serão baseadas em dados válidos. Alguns tipos de conhecimento do projeto, como lições aprendidas e componentes, devem ser transformados num formato útil para a organização, de forma que possam ser usados por outros projetos, o que, na maioria dos casos, envolve generalização. Para tratar deste aspecto, surge a necessidade de uma nova função na organização, o Gerente de Conhecimento (*Chief Knowledge Officers*), que centraliza a gerência dos itens de conhecimento e as iniciativas de aprendizado organizacional [5]. Uma vez que nem todos os itens são úteis à organização, cabe ao gerente do conhecimento fazer uma triagem dos itens a serem coletados e adaptar esse conhecimento.

4.1 – Estrutura do Sistema Proposto

A estrutura do sistema proposto está separada em dados organizacionais e dados associados a um projeto específico. Os dados organizacionais devem ser armazenados na memória organizacional e são independentes de projetos. Os projetos inseridos no repositório de experiências, por sua vez, devem estar associados aos dados organizacionais. Desta forma, os dados organizacionais podem estar associados a mais de um projeto, como mostra a Figura 2.

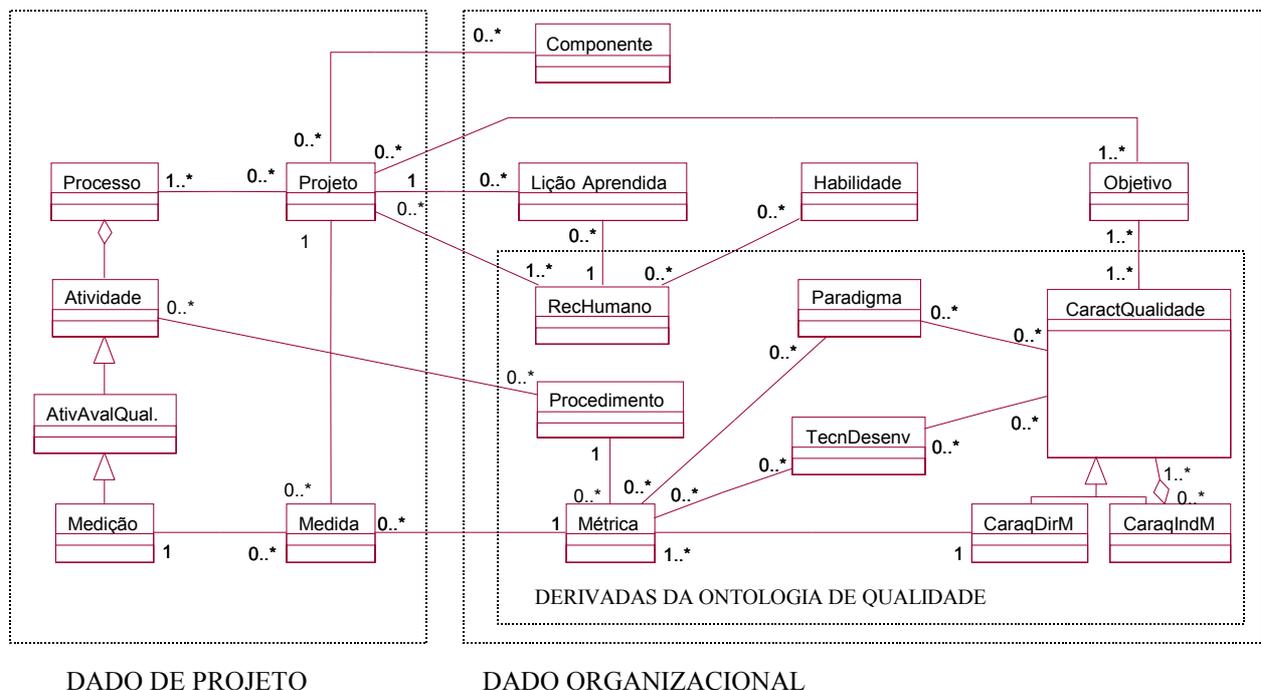


Figura 2 – Estrutura de Classes do Sistema Proposto.

Existe um conjunto de classes que tem origem na ontologia de qualidade de software [8], como mostra a Figura 2. Esta ontologia foi desenvolvida com o objetivo principal de prover uma conceituação que sirva de base para o entendimento do domínio de qualidade de software e descreve como medi-la. Estes conceitos são muito apropriados para o sistema proposto, pois definem características de qualidade, as métricas e sua associação com os paradigmas e tecnologias de desenvolvimento, as medidas e os procedimentos de coleta.

Características de qualidade são os atributos de um artefato ou de um processo de software através dos quais a qualidade desse produto ou processo de software pode ser avaliada. As características de qualidade podem ser subdivididas em características diretamente mensuráveis e características indiretamente mensuráveis. Uma característica indiretamente mensurável só pode ser medida através da combinação de valores medidos para suas sub-características. Uma sub-característica pode ser direta ou indiretamente mensurável. Uma característica diretamente mensurável, como o próprio nome indica, pode ser medida diretamente através de uma métrica, não necessitando combinar medidas de sub-características. Para medir uma característica de qualidade diretamente mensurável, é necessário realizar medidas de uma métrica, em uma atividade de avaliação da qualidade, dita uma medição. Uma característica de qualidade pode ser adequada a uma tecnologia de desenvolvimento ou independente de tecnologia. Analogamente, uma característica de qualidade pode ser adequada para avaliar um produto ou processo de software em conformidade com um paradigma ou independente de paradigma [8].

Há, também, um conjunto de classes relativas ao processo de desenvolvimento selecionado (processo, atividade, atividade de avaliação de qualidade e medição) que dizem respeito aos dados de projeto. Estas classes são tratadas em [3], que apresenta o apoio à instanciação de processos de software em ProKnowHow.

A classe *Objetivo* define os objetivos de negócio da organização. Através do uso dos conceitos do GQM [10], foram derivadas características de qualidade e métricas a partir das necessidades e objetivos de negócio. Um objetivo está associado a uma ou mais características de qualidade, que, por sua vez, quando diretamente mensuráveis, têm métricas correlacionadas. As Tabelas 1 e 2 apresentam dois exemplos de objetivos e itens associados, definidos a partir da aplicação do GQM no CDSV.

Tabela 1 – Objetivo Aumentar produtividade e itens associados

Objetivo	Característica Indiretamente Mensurável	Sub-característica Diretamente Mensurável	Paradigma	Métrica	Medida (exemplo)	Procedimento
Aumentar produtividade	Produtividade	Esforço real do Tamanho do produto	Orientado a Objetos	Nº de classes por homem-hora	0,03 classe por hora	Dividir o tamanho do produto pelo esforço real
		Esforço real	-	Nº de homem-hora	1000	Obter valor da ferramenta de registro de horas
		Tamanho do produto	Orientado a Objetos	Nº de classes	30	Link para programa contaClasse.exe

Tabela 2 – Objetivo Melhorar a qualidade e itens associados

Objetivo	Característica Indiretamente Mensurável	Sub-característica Diretamente Mensurável	Métrica	Medida (exemplo)	Procedimento
Melhorar a qualidade	Correção	Quantidade de erros Tamanho do produto	Nº de erros por linha de código	5 erros por mil linhas de código	Dividir a quantidade de erros pelo tamanho do produto
		Quantidade de erros	Nº de erros	50	Obter valor da ferramenta de registro de erros
		Tamanho do produto	Nº de linhas de código	10000	Link para programa ContaLinha.exe

O reuso de componentes de software no desenvolvimento de um projeto pode diminuir o esforço de desenvolvimento e, por consequência, influenciar suas estimativas. Assim, ao coletar as experiências de um projeto na memória organizacional, devem ser armazenados todos os componentes utilizados no projeto e que possam ser reutilizados posteriormente na organização.

Finalmente, a classe *Lição Aprendida* representa o conhecimento informal na forma de uma experiência obtida durante o desenvolvimento do projeto, que pode ser reutilizada na organização. As experiências de projeto podem e devem ser tanto relatos de sucesso como oportunidades de melhoria. O aprendizado organizacional ocorre quando esta experiência é transformada em conhecimento estruturado e generalizado. Segundo Markkula [11], a fonte mais importante de conhecimento em engenharia de software são as lições aprendidas nos projetos.

Uma vez que o sistema proposto é, na realidade, uma extensão de ProKnowHow, o esquema de caracterização das lições aprendidas no repositório de experiência mantém-se o mesmo, a saber [3]:

- Projeto: projeto ao qual pertence;
- Objeto: item do projeto ao qual a lição está associada, tal como uma característica de qualidade, um artefato, um procedimento, uma métrica, etc.;
- Tipo de lição aprendida: identifica se essa lição é informativa (situação), é um ponto positivo (boa prática) ou um ponto negativo (oportunidade de melhoria);
- Situação: descrição da experiência;
- Solução: descrição da solução adotada para o problema;
- Contexto: descrição da situação onde o problema/solução é relevante.

Para tratar do aspecto de gerenciamento dos itens de conhecimento, conforme discutido anteriormente, surge a necessidade de uma nova função na organização, o Gerente de Conhecimento, que gerencia esses itens e as iniciativas de aprendizado organizacional [3]. No caso específico de lições aprendidas e componentes, o item de conhecimento tem de passar por um processo de aprovação (coleta e filtragem do conhecimento). Uma vez que nem todos os componentes e relatos são úteis à organização, o gerente do conhecimento deve fazer uma triagem dos itens que a serem armazenados e deve generalizá-los, categorizando o contexto e, no caso das lições aprendidas, a solução adotada. Sendo assim, o seguinte fluxo de trabalho deve ser seguido [3]:

- Um desenvolvedor cadastra um componente ou lição aprendida, informando os dados do esquema de caracterização;
- O item é cadastrado no sistema, porém, ainda não é considerado um item de conhecimento no nível organizacional;
- O gerente do conhecimento avalia o item e decide se o mesmo é interessante para a organização. No caso positivo, ele pode alterá-lo para adequá-lo ao nível organizacional e, finalmente, aprová-lo para ser compartilhado por todos.

5 A Extensão de ProKnowHow para Apoiar a Elaboração de Estimativas

Para ajudar uma organização na elaboração de suas estimativas, é útil fornecer apoio automatizado através de uma ferramenta capaz de suportar o armazenamento e recuperação de conhecimento de projetos similares. Esta ferramenta deve possuir um repositório, contendo os conhecimentos formal e informal derivados dos projetos, que devem estar estruturados de maneira a poderem ser utilizados em outros projetos.

Uma vez que o CDSV já possui a ferramenta ProKnowHow [3] com o objetivo principal de apoiar a disseminação de conhecimento sobre processos, optou-se por estender sua funcionalidade para comportar as necessidades apontadas neste trabalho. Assim, ProKnowHow foi alterada com os seguintes objetivos:

- Apoiar as estimativas de projeto através da recuperação de projetos com características similares;
- Obter indicadores de uma classe de projetos da organização;
- Definir novas métricas a partir dos objetivos de negócio da organização;

De acordo com a proposta apresentada na Figura 1, devem ser definidos os objetivos e métricas da organização. Conforme anteriormente discutido, foi realizado um processo GQM para o CDSV e o repositório de conhecimento foi povoado inicialmente com os dados provenientes deste trabalho, incluindo: objetivos, características de qualidade, métricas, paradigmas, tecnologias, procedimentos e recursos humanos da organização. Uma vez cadastrados os itens de conhecimento, tem-se os dados organizacionais disponíveis em ProKnowHow. A Figura 3 mostra uma facilidade de busca provida pela ferramenta para que um gerente de projeto tenha acesso a essas informações. Nesta tela, são apresentados os itens de conhecimento e seus valores, assim como os itens de conhecimento associados. Por exemplo, existe uma associação entre objetivo organizacional e característica de qualidade. Ao selecionar o objetivo organizacional *Aumentar Produtividade* no lado esquerdo da tela, são listadas todas as características de qualidade associadas com este objetivo no lado direito, que são tamanho, esforço e custo.

A coleta dos dados do projeto deve ser realizada ao longo do desenvolvimento e é de responsabilidade do líder do projeto. Inicialmente, deve ser feito um cadastro básico do projeto, informando seu nome, descrição, data inicial e objetivos, que são selecionados à partir dos objetivos organizacionais. Ou seja, os objetivos de um projeto são derivados dos objetivos organizacionais e destes, automaticamente são indicadas suas possíveis métricas.

A seguir, deve-se proceder a caracterização do projeto, selecionando os critérios relacionados às diversas categorias, a saber: pessoal, problema, produto, recursos e desenvolvimento. A partir da caracterização do projeto a ser desenvolvido, pode-se recuperar projetos com características similares.



Figura 3 – Consulta dos itens de conhecimento cadastrados no CDSV.

Obter indicadores de uma classe de projetos da organização é um dos principais objetivos da extensão proposta a ProKnowHow. A Figura 4 mostra uma pesquisa selecionando projetos com indicadores de produtividade maior que 500 linhas de código (tamanho) por pessoa-mês (esforço). O indicador produtividade pode ser pesquisado com outras características de qualidade (custo e tamanho) e outras métricas (dólar e ponto de função), como, por exemplo, projetos com produtividade maior que US\$200,00 por ponto de função. Uma pesquisa também pode ser realizada a partir de uma única característica de qualidade, tal como, projetos com tamanho maior que 20000 linhas de código. A pesquisa não está restrita a apenas um critério de busca. Através do botão *Adicionar*, o critério de busca selecionado é incluído no quadro *Descrição da Pesquisa*, o qual pode conter vários itens de busca. O campo *Tipo de Medida* indica se o valor associado é estimado ou realizado. Ao clicar no botão *Pesquisar*, os projetos que satisfazem os critérios da busca são listados no quadro *Resultado da Pesquisa*. Ao selecionar um desses projetos, são listadas todas as suas medidas. Além disso, no quadro *Média dos Projetos Selecionados*, para cada critério de busca utilizado, é apresentada uma média dos valores dos projetos listados no quadro *Resultado da Pesquisa*.

ProKnowHow também fornece meios de capturar o conhecimento informal, as lições aprendidas. Além disso, informações de componentes que podem ser reutilizados em outros projetos podem ser registradas na ferramenta. Uma vez que nem todas as lições aprendidas e componentes são úteis à organização, cabe ao gerente de conhecimento fazer uma triagem e adaptar o registro deste conhecimento.

Outro mecanismo que o colaborador pode utilizar para pesquisar informações em ProKnowHow está disponível na parte esquerda das páginas de ProKnowHow, mostrada nas figuras 3 e 4. Esta busca é feita por palavra-chave, sendo que, para realizá-la, o desenvolvedor deve, a partir de qualquer página de ProKnowHow, preencher o campo *Palavras-chave*, selecionar sobre que tipo de item de conhecimento ele deseja obter ajuda (*Objeto*) e definir se deseja recuperar conhecimento formal, lições aprendidas ou ambos. O sistema efetua a busca e retorna uma lista de itens que são *links* para itens de conhecimento. De posse dos comentários e exemplos, o líder de projeto terá maior embasamento para realizar suas estimativas com sucesso.

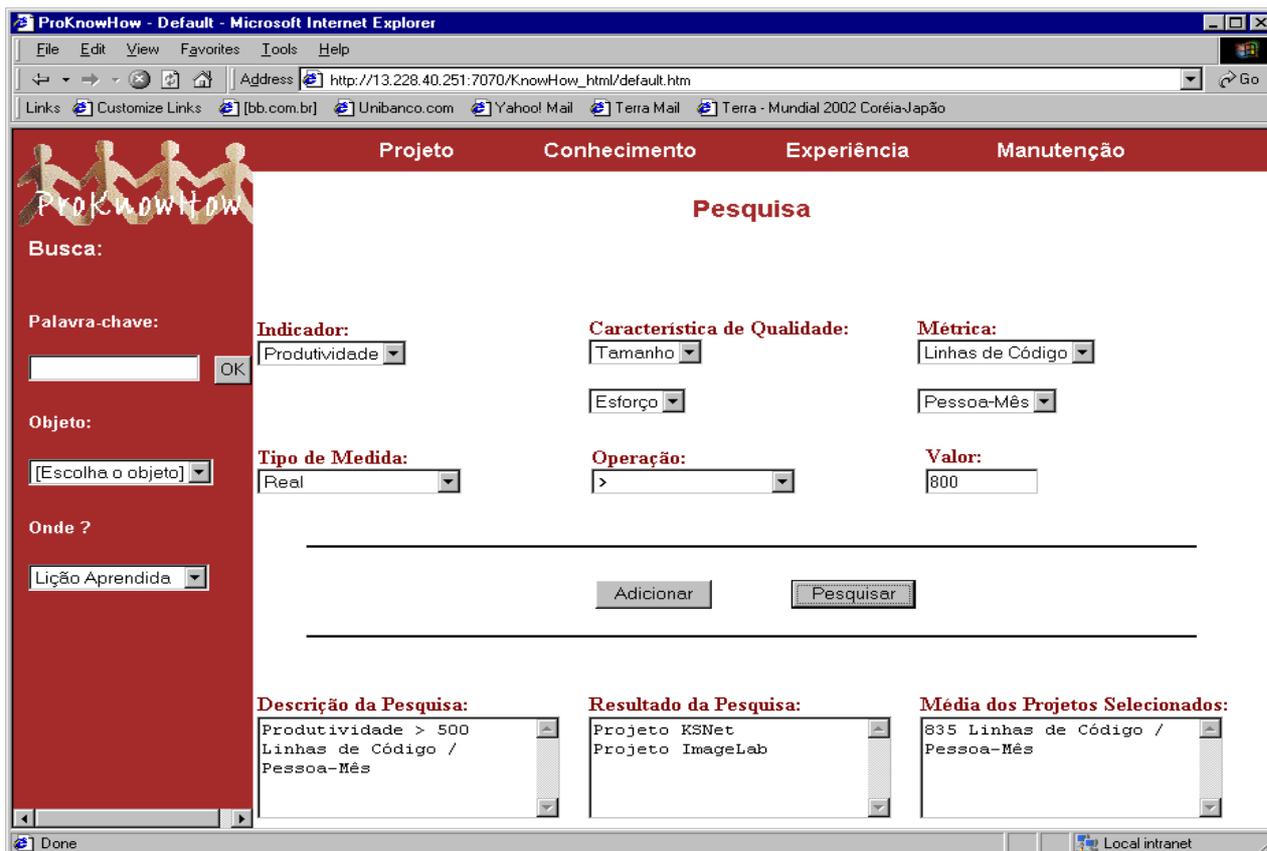


Figura 4 – Pesquisa de projetos similares.

6 Trabalhos Correlatos

A comunidade de engenharia de software tem apresentado muitas propostas relacionadas ao uso dos conceitos de gerência de conhecimento na criação de uma memória organizacional que permita armazenar e reutilizar as melhores experiências aprendidas nos projetos de engenharia de software.

Markkula [11] utiliza a gerência de conhecimento como mecanismo de apoio à disseminação de conhecimento em engenharia de software, armazenando e reutilizando as melhores práticas aprendidas por diferentes projetos. Apesar da sua abordagem também se preocupar com as lições aprendidas e componentes, não trata do armazenamento de métricas de projetos no repositório de experiências. No trabalho aqui proposto, as métricas dos projetos constituem o principal item armazenado e utilizado no planejamento e acompanhamento de projetos.

A Fábrica de Experiência proposta por Basili et al. [9] é uma abordagem para melhoria de qualidade de software através do reuso de diferentes tipos de experiência e que tem sido aplicada e evoluída por grupos de trabalho em diferentes organizações. ProKnowHow é fundamentalmente baseada nos conceitos de Fábrica de Experiência, principalmente no que diz respeito à separação entre a Organização de Projeto e a Memória Organizacional.

Althoff et al. [12] defendem a criação de uma memória organizacional para apoiar a reutilização e aprendizado contínuo de experiências em engenharia de software, com o intuito de manter a organização competitiva. Sua abordagem é baseada no conceito de Fábrica de Experiência com o uso de uma organização de projetos separada da unidade organizacional, assim como a proposta apresentada neste trabalho. Outras similaridades são o uso de ontologias como base para a representação do conhecimento armazenado e o fato do seu esquema de caracterização dos projetos armazenar algumas métricas. Contudo, o enfoque não é centrado no uso de métricas para a realização de um melhor planejamento de projetos.

Staab *et al.* [13] e O'Leary [1] defendem uma gerência de conhecimento baseada em ontologias. Esta abordagem é adotada em ProKnowHow, uma vez que a memória organizacional (MO) está fundamentada em ontologias. A porção da MO que trata do conhecimento de processos para apoiar a instanciação [3] é definida com base em uma ontologia de processo de software [7]. A porção que trata das questões das características de qualidade e métricas tem por base uma ontologia de qualidade de software [8].

7 Conclusão

A realização de estimativas, que pode ser considerada a fundação para todas as atividades de planejamento de um projeto, não é uma atividade simples e necessita de um suporte baseado em experiências anteriores, preferencialmente da própria organização, onde os fatores culturais são considerados. A experiência de uma organização pode e deve ser utilizada com o intuito de melhorar a qualidade do projeto e ajudar a finalizá-lo dentro dos custos e prazos estimados. Entre os tipos de experiência, temos o conhecimento formal da organização (objetivos organizacionais, características de qualidade, métricas, tecnologias, paradigmas, procedimentos, recursos), o conhecimento formal dos projetos (objetivos e características do projeto, medidas e componentes) e o conhecimento informal (as lições aprendidas).

Este artigo discutiu o compartilhamento de conhecimento e experiência como mecanismo de apoio à realização de estimativas. O CDSV já tem feito experiências com gerência de conhecimento, tendo desenvolvido ProKnowHow [3], uma ferramenta baseada em gerência de conhecimento para apoiar a instanciação de processos de software para projetos específicos a partir do processo padrão. Este trabalho estendeu as funcionalidades de ProKnowHow no sentido de apoiar também a elaboração de estimativas. Esta ferramenta possui um repositório de experiências, contendo informações de métricas de projetos e da organização, assim como lições aprendidas, que propiciam a disseminação dos sucessos e oportunidades de melhoria da empresa. ProKnowHow está em fase de implantação no CDSV e em breve os resultados práticos da utilização da ferramenta estarão sendo coletados e avaliados.

Pode-se dizer que três aspectos foram muito importantes na elaboração deste trabalho: GQM, Fábrica de Experiência e ontologia de qualidade de software. A utilização do GQM [10] propiciou a derivação das métricas a partir dos objetivos organizacionais. Os conceitos da Fábrica de Experiência [9] foram fundamentais na elaboração da arquitetura da memória organizacional. Por fim, o uso da ontologia de qualidade de software [8] ajudou na definição da estrutura da memória organizacional, descrevendo os conceitos e relações relevantes neste domínio.

Referências

- [1] O'Leary, D.E. and Studer, R. Knowledge Management: An Interdisciplinary Approach. *IEEE Intelligent Systems*, January/February, Vol. 16, No. 1, 2001.
- [2] Pressman, R. S. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 5th edition, McGraw Hill, 2000.
- [3] Borges, L. M. S. and Falbo, R. A. Managing Software Process Knowledge, *Proceedings of the CSITeA'2002*, June 2002.
- [4] O'Leary, D. Enterprise Knowledge Management. *IEEE Computer*, v. 31. n. 3. (March). pp. 54-61. 1998.
- [5] Lima, K.V.C., Rocha, A. R. C., Travassos, G.H. Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados à Organização. *Relatório Técnico COPPE/UFRJ*, Rio de Janeiro, 2000.
- [6] Gruber, T. R., Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing, *International Journal of Human-Computer Studies*. n. 43. pp. 907-928. 1995.
- [7] Falbo, R. A., Menezes, C. S. and Rocha, A.R.C. Using Ontologies to Improve Knowledge Integration in Software Engineering Environments, *Proc. of SCI'98/ISAS'98*, USA, July 1998.
- [8] Duarte, K.C. and Falbo, R.A. Uma Ontologia de Qualidade de Software, *Anais do VII Workshop de Qualidade de Software, WQS'2000*, João Pessoa, Brasil, Outubro 2000.
- [9] Basili, V. R., Caldiera, G. and Rombach, H. D. *The Experience Factory, Volume 1 of Encyclopedia of Software Engineering*, pp. 469-476, John Wiley & Sons, 1994.
- [10] Park R.E., Goethert W.B. and Florac, W.A. Goal Driven Software Measurement – a Guidebook. *Technical Report CMU/SEI-96-BH-002*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, August 1996.
- [11] Markkula, M. Knowledge Management in Software Engineering Projects. *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, pp. 20-27, Kaiserslautern, Germany, June 1999.
- [12] Althoff, K., Birk, A., Hartkopf, S., Muller, W., Nick, M., Surmann, D. and Tautz. C., Managing Software Engineering Experience for Comprehensive Reuse. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Kaiserslautern. Germany. June 1999.
- [13] Staab, S., Studer, R., Schnurr, H. and Sure, Y. Knowledge Process and Ontologies. *IEEE Intelligent Systems*. v. 16. n. 1 (January/February). pp. 26-34. 2001.