SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito: 06.02.2004

Assinatura:

Diretrizes para guiar o processo de Engenharia de Requisitos a partir de Modelos Organizacionais desenvolvidos em EKD

Mateus Monteiro Pinotti

Orientadora: Profa. Dra. Rosely Sanches

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Computação e Matemática Computacional.

USP – São Carlos
Fevereiro/2004

A Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Rosely Sanches

Rosely Sanches

Prof. Dr. Alneu de Andrade Lopes

Alneu de Andrade Lopes

Profa. Dra. Lucia Vilela Leite Filgueiras

Lucia Vilela Leite Filgueiras

*Aos meus pais, Mario e Maria Helena,
irmãs, Melissa, Manuela e Marília, e à
Raquel.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me dar capacidade e persistência para concluir este trabalho.

Aos meus pais, Mário e Maria Helena, pela formação que me deram e pelo apoio, amor e compreensão em todos os momentos.

À Raquel, por todo o apoio, amor e compreensão.

Às minhas irmãs pelo incentivo.

À minha orientadora, Rosely, pelo apoio, compreensão, incentivo, amizade, paciência, pela confiança depositada em mim para o desenvolvimento deste trabalho e por me mostrar o caminho em tantos momentos difíceis.

Aos amigos do LABES, Ades, André, Simone, Thaise, Gelza, Tati, Ellen, Andrea, Erika, Auri, Sandro, Alessandra, Maris, Elisa, Débora, André Rocha, Bira, Valter, Lu, Osnete, Tânia, Fabiano, Otávio, Marco, Edilson, Reginaldo, Rodrigo, Camila e Talita pelo apoio, amizade, alegria e por toda a ajuda que sempre me deram.

A todos os outros amigos, com quem também sempre pude contar.

Aos meus familiares por todo o apoio.

Aos professores que auxiliaram na minha formação e na execução deste trabalho.

Aos funcionários da USP, por oferecerem condições para a realização do trabalho.

À Delegacia Regional Tributária de Araraquara, por permitir a execução do estudo de caso.

À CAPES pelo apoio financeiro.

E a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Sumário

Resumo	vii
Abstract	viii
1 Introdução	1
1.1 Motivação e Objetivos	5
1.2 Organização do trabalho	6
2 Engenharia de Requisitos	7
2.1 Considerações Iniciais	7
2.2 Visão Geral da Engenharia de Requisitos	7
2.3 A Tarefa de Análise de Requisitos	8
2.4 Engenharia de Requisitos orientada a objetivos	13
2.4.1 Metodologia de Myloupoulos	14
2.4.2 Metodologia KAOS (<i>Knowledge Acquisition in autOmated Specification</i>)	16
2.5 Documentação de requisitos	18
2.6 Considerações Finais	23
3 Modelagem Organizacional	24
3.1 Considerações iniciais	24
3.2 Visão Geral da Modelagem Organizacional	24
3.3 Propósito e benefícios da modelagem	25
3.4 Perspectivas da modelagem	26
3.5 O Processo de modelagem	27
3.6 Considerações finais	28
4 Processo de mudança organizacional	29
4.1 Considerações Iniciais	29
4.2 Processo EKD de mudança organizacional	30
4.3 A Técnica EKD (<i>Enterprise Knowledge Development</i>)	33
4.3.1 Visão Geral da Técnica EKD	33
4.3.2 Os sub-modelos da abordagem EKD	35
4.4 Considerações finais	41

5	Engenharia de Requisitos para Sistemas de Informação	42
5.1	Considerações iniciais	42
5.2	A metodologia proposta	43
5.3	Diretrizes para a elicitação de requisitos	48
5.4	Considerações Finais	55
6	Estudo de caso	57
6.1	Considerações Iniciais	57
6.2	Descrição geral da situação atual	57
6.3	Aplicação da metodologia proposta	59
6.3.1	Etapa 1: Modelar o estado atual da organização	59
6.3.2	Etapa 2: Definir o escopo do sistema	60
6.3.3	Etapa 3: Identificar problemas e deficiências que precisam ser aborda- dos pelo novo sistema	76
6.3.4	Etapa 4: Propor soluções alternativas de sistema para os problemas e deficiências identificados	77
6.3.5	Etapa 5: Elicitar requisitos para o novo sistema	79
6.3.6	Etapa 6: Propor novas configurações da estrutura organizacional, de acordo com as soluções propostas nas etapas anteriores	85
6.3.7	Etapa 7: Selecionar a solução de sistema/configuração organizacional que melhor atenda às necessidades da organização	85
6.4	Considerações Finais	85
7	Conclusões	88
7.1	Contribuições	91
7.2	Trabalhos Futuros	91
	Referências Bibliográficas	93

Lista de Figuras

1.1	As três facetas dos Sistemas de Informação (Michelis et al., 1998)	3
2.1	Análise de Requisitos	8
2.2	Processo de Engenharia de Requisitos (Leite, 1990)	10
2.3	Partes do processo do Engenharia de Requisitos (Leite & Freeman, 1991) . .	11
2.4	Engenharia de requisitos usando pontos de vista (Leite & Freeman, 1991) . .	12
2.5	Decomposição AND/OR com alternativas para se atingir um objetivo (Mylopoulos et al., 2001)	14
2.6	Decomposição de um <i>softgoal</i> e correlações com outras hierarquias (Mylopoulos et al., 2001)	15
2.7	Correlação entre <i>goals</i> e <i>softgoals</i> (Mylopoulos et al., 2001)	16
2.8	Meta-modelo conceitual (Dardenne et al., 1993)	17
2.9	Processo de desenvolvimento de uma SyRS (IEEESTD1233, 1996)	23
3.1	Processo de modelagem da empresa - passos básicos (Vernadat, 1996)	27
3.2	Trade-off de tempo contra confiabilidade da informação na modelagem organizacional (Vernadat, 1996)	28
4.1	Estrutura EKD para modelagem da mudança organizacional (Kavakli & Loucopoulos, 1999)	32
4.2	Mapa de Estados EKD (Kavakli & Loucopoulos, 1999)	33
4.3	Tipos de atividades envolvidas na abordagem EKD (Bubenko et al., 1998) .	34
4.4	Sub-modelos componentes do modelo organizacional da abordagem EKD (Bubenko et al., 1998)	35
5.1	Metodologia proposta	44
5.2	Rota a ser seguida no mapa EKD (Kavakli & Loucopoulos, 1999)	46
5.3	Correspondência entre a metodologia proposta e a rota no mapa de estados EKD	47
6.1	Modelo de Processos	61
6.2	Modelo de Processos	62
6.3	Modelo de Processos	63
6.4	Modelo de Processos	64
6.5	Modelo de Processos	65
6.6	Modelo de Processos	66
6.7	Modelo de Objetivos	67

6.8	Modelo de Objetivos	68
6.9	Modelo de Regras de Negócio	69
6.10	Modelo de Atores e Recursos	70
6.11	Modelo de Atores e Recursos	71
6.12	Relacionamentos entre o Modelo de Processos e os Modelos de Regras de Negócio e de Atores e Recursos	72
6.13	Relacionamentos entre o Modelo de Objetivos e o Modelo de Atores e Recursos	73
6.14	Modelo de processos da organização após a implantação do sistema	86

O OBJETIVO da Engenharia de Requisitos é definir os requisitos que devem ser atendidos por um sistema, modelando seu comportamento. Esses requisitos devem ser obtidos a partir dos diversos elementos ligados ao ambiente no qual o sistema será inserido. Nesse processo, destaca-se a identificação dos objetivos do sistema, na abordagem utilizada pela engenharia de requisitos orientada a objetivos.

No contexto do desenvolvimento de software para uma organização, o novo sistema irá interagir com diversas entidades desta e os objetivos do sistema devem ser os próprios objetivos da organização. O sistema também deve respeitar as regras de negócio estabelecidas no ambiente. Além disso, após a implantação do sistema, a estrutura dos processos de negócio pode mudar, pois o sistema altera a forma de trabalho na organização.

Para a identificação dessas entidades, uma ferramenta bastante útil é a modelagem organizacional. Nos modelos da organização podemos identificar elementos importantes a serem considerados no processo de engenharia de requisitos, como objetivos e regras de negócio, atores e recursos da organização e processos de negócio.

Porém, a ligação entre os modelos da organização e o processo de engenharia de requisitos não é simples e direta. É necessário que se estabeleça uma forma de guiar o processo de engenharia de requisitos tomando como base esses modelos.

A fim de suprir essa necessidade, este trabalho propõe diretrizes para auxiliar nesse processo. As diretrizes orientam o usuário a obter, nos modelos da organização, as informações relevantes ao processo de engenharia de requisitos e a estabelecer requisitos a partir dessas informações, enfatizando a orientação aos objetivos da organização.

Apresenta-se, também, um estudo de caso realizado para se avaliar a aplicação das diretrizes propostas.

Abstract

IT has been recognized that the process of requirements engineering for information systems should be able to deal with requirements originated from the structure of the organization within the system will operate. The components of the organizational structure, like business processes, rules and goals, should be analysed and taken into account as a core into the elicitation process. A good source for the identification of these elements are the models of the organization. There is not an obvious way to include the organizational modeling within the process of requirements engineering as an aid to the elicitation of requirements. There is a gap between organizational modeling and requirements engineering. The goal oriented approach for requirements engineering, which takes the goals of the system as a starting point for the elicitation of early requirements, has been seen as an effective approach. The purpose of this work is to provide a methodology that allows the use of organizational models as a basis for the requirements process. The methodology emphasizes the analysis of business goals and rules for the elicitation of requirements, in order to establish a goal oriented approach for the process. It is also presented a case study, carried out for the evaluation of this methodology.

Introdução

O PROCESSO de desenvolvimento de software representa um papel central na crescente tendência atual de informatização das mais diversas áreas do conhecimento e dos negócios. Porém, para que um produto de software possa ser utilizado em determinado contexto, deve ocorrer um processo de desenvolvimento, no qual as necessidades da aplicação para a qual o software é desenvolvido sejam identificadas a fim de que o produto correto possa ser desenvolvido, ou seja, um produto que realmente cumpra os objetivos para os quais foi concebido.

O sucesso de uma aplicação depende diretamente da qualidade com que essas necessidades (ou requisitos) são identificadas, o que justifica o esforço despendido nessa fase do processo.

A tarefa, dentro do processo de software, responsável pela identificação e documentação das necessidades de uma aplicação é a Análise de Requisitos, também chamada de Engenharia de Requisitos. É nessa tarefa que o ambiente para o qual um software será desenvolvido é estudado detalhadamente. Identificam-se as funções que o software deverá executar, as informações que irá utilizar, suas interfaces com sistemas externos, suas restrições, etc. Essas informações são fundamentais para que o software, depois de pronto, supra as necessidades para as quais foi concebido.

Os requisitos de um novo sistema dependem do contexto no qual o sistema será utilizado (Siddiqi & Shekaran, 1996), ou seja, esses requisitos são derivados das necessidades dos usuários do sistema, dos objetivos a serem atingidos com a implantação do sistema, das informações que devem ser manipuladas pelo sistema, entre outros.

Em uma organização, tipicamente uma empresa, esse contexto é formado por elementos organizacionais, onde há processos de negócio inter-relacionados, que existem em função

de objetivos que devem ser alcançados pela organização e de suas regras de negócio. Um sistema que atua nesse contexto, auxiliando a empresa a atingir seus objetivos ou provendo suporte às suas operações diárias é chamado de Sistema de Informação (Berztiss, 1999). O desenvolvimento de um sistema de informação deve levar em consideração esses elementos organizacionais (Martínez et al., 2003).

Assim, o desenvolvimento de software para uso da organização pode ser visto como a produção de sistemas de suporte a esses processos de negócio (Phalp, 1998). Porém, esses sistemas não podem apenas preocupar-se em automatizar funções e tarefas, é necessário que auxiliem a organização a atingir seus objetivos de uma forma ampla. Isso implica na possibilidade de mudança nos processos de negócio e outros elementos da organização. Em outras palavras, a inclusão do novo sistema pode ser considerada como um processo de mudança organizacional, pois causa impactos nos processos de negócio em que for utilizado, na forma de trabalhar das pessoas, etc., gerando um novo cenário. Assim, considerando-se as possíveis mudanças na organização causadas pela implantação de um novo sistema, deve-se buscar uma configuração na qual o potencial oferecido pelo novo sistema possa ser aproveitado da melhor forma pela organização.

Para tanto, é necessário que se conheça a situação atual da empresa, seus processos e regras internas, pessoas existentes e suas responsabilidades, etc., ou seja, o conhecimento da empresa deve ser representado de uma forma estruturada. Esse é o papel da modelagem da organização. Então, por representar todos esses elementos, os modelos da organização constituem uma excelente fonte de informação a respeito da organização, e podem ser utilizados durante o processo de engenharia de requisitos (Pádua, 2001).

O processo de engenharia de requisitos, ao tomar como base esses modelos, passa a ter uma visão geral da estrutura atual da organização e pode selecionar, entre os elementos dos modelos, as informações relevantes para a definição de requisitos.

Assim, a modelagem organizacional apóia o processo de engenharia de requisitos, provendo uma base de conhecimento a respeito da organização, a partir da qual pode-se realizar a elicitação de requisitos do sistema. Pode-se utilizar a modelagem para identificar os processos de negócio que serão afetados pelo novo sistema, objetivos organizacionais que devem ser alcançados, regras que devem ser respeitadas e as relações entre esses elementos, formando, assim, uma fonte de informações para o processo de engenharia de requisitos.

Nesse contexto, nota-se que o processo de engenharia de requisitos não deve considerar apenas a especificação do software que será desenvolvido, mas também outras mudanças que irão ocorrer na organização juntamente com a implantação do software (Jackson & Harris, 2003). Dentre essas mudanças, podem estar alterações nos processos de negócio, modificações na estrutura hierárquica e nas responsabilidades dos diversos atores, alterações nas regras de negócio, etc. Assim, o processo de engenharia de requisitos, no contexto do desenvolvimento de um sistema de informação, deve estar preparado para planejar uma mudança organizacional.

Lidar com a mudança é um dos desafios fundamentais que os profissionais de Sistemas de Informação encontram hoje.

Michelis (Michelis et al., 1998) entende que assuntos relativos à mudança para sistemas de informação surgem de três áreas - sistemas, colaboração de grupo e organização - e as interações entre essas áreas, às quais dá o nome de as três facetas dos Sistemas de Informação (SI) - figura 1.1.

Figura 1.1: As três facetas dos Sistemas de Informação (Michelis et al., 1998)

A faceta colaboração de grupo concerne pessoas trabalhando em um processo comum (por exemplo, manipulando uma ordem de compra), ou em um projeto *ad-hoc* (por exemplo, elaborando um relatório em co-autoria). Durante esses trabalhos de colaboração, as pessoas coordenam suas atividades, lidam com contingências e mudam suas práticas através de discussão e aprendizado. A natureza e o estilo de trabalho flutuam e freqüentemente não são previsíveis.

A faceta organizacional refere-se ao gerenciamento do trabalho de uma perspectiva organizacional formal. Essa faceta endereça preocupações organizacionais globais, incluindo objetivos, políticas e regras do negócio. É nessa faceta que requisitos iniciais para grandes sistemas são tipicamente originados, pois objetivos ou problemas são, freqüentemente, os únicos meios formais para justificar grandes investimentos. Porém, refinamentos subseqüentes usualmente levam em consideração assuntos relativos à colaboração em grupo e às restrições e capacidades das tecnologias de suporte.

A faceta de sistemas considera sistemas desenvolvidos através da tecnologia da informação. Esses sistemas geralmente utilizam tecnologia convencional, como linguagens de programação, bancos de dados e arquivos. Além disso, normalmente operam em plataformas heterogêneas de hardware e software, e foram desenvolvidos através de uma estratégia *bottom-up*, para atender a necessidades locais e não permanentes. Outros foram sistematicamente desenvolvidos pela organização para servir a objetivos que, mais tarde, tornaram-se obsoletos ou muito específicos.

Essas três facetas não podem ser vistas de forma separada, sendo que ocorre uma forte influência de cada faceta nas demais. Por exemplo, o problema que a faceta de sistemas apresenta para a faceta de colaboração de grupo é que, uma vez construídos, sistemas tendem a tornarem-se inflexíveis, e não são facilmente adaptados a situações de trabalho que mudam rapidamente. A faceta de sistemas também apresenta problemas para a faceta organizacional no sentido de que esforços tradicionais de desenvolvimento de sistemas são custosos, envolvem prazos de entrega longos, são difíceis de gerenciar, e ainda mais difíceis de mudar a fim de serem alinhados a uma realidade organizacional mutante.

Por outro lado, o problema apresentado à faceta de sistemas pela faceta de colaboração de grupo é que a colaboração de grupo, por sua própria natureza, requer um alto grau de flexibilidade e maleabilidade dos sistemas que suportam o trabalho humano.

As três facetas refletem três pontos de vista complementares para se entender um sistema de informação organizacional. Mais especificamente, o trabalho dentro de uma organização pode ser visto como execuções de operações em um sistema (a perspectiva operacional), ou como eventos na prática do grupo (a perspectiva prática), ou como performances orientadas para atingir objetivos organizacionais de acordo com regras organizacionais (a perspectiva gerencial, figura 1.1).

A estrutura de três facetas é útil para se classificar as origens e impactos da mudança, que pode ser originada em qualquer uma das três facetas. Para qualquer origem de mudança, a estrutura de três facetas sugere um conjunto de questões que precisa ser respondido, do tipo "Como uma mudança do tipo X deve ser propagada internamente, e de uma faceta para outra?". Tão importante quanto isso, é observar que cada faceta possui suas próprias regras de inércia. Para a faceta de sistemas, são os sistemas legados e a falta de interoperabilidade. Para a faceta de colaboração de grupo, é o fato de as pessoas quererem continuar a fazer as coisas da forma como eram antes. Para a faceta organizacional, é a aversão ao risco de mudança ou investimento na mudança.

Nenhuma das três facetas é redundante no sentido de poder ser reduzida às outras duas. Pelo contrário, cada uma das facetas interage com a outra de forma a fornecer algum tipo de suporte (Teo & Ranganathan, 2003). Assim, as regras, papéis e objetivos que caracterizam a interação dentro de um grupo de trabalho são definidos no modelo organizacional, ou seja, as definições criadas na faceta organizacional existem para coordenar o trabalho visto da perspectiva da faceta colaboração de grupo. Por outro lado, para resolver problemas, colaboradores do grupo podem modificar o modelo organizacional.

De forma similar, sistemas são artefatos cuja intenção é facilitar o trabalho em grupo, contribuir para o alcance de objetivos organizacionais, e suportar a aplicação de regras, políticas e restrições organizacionais. Há uma clara interação entre as facetas organizacional e de sistemas. A primeira provê a estrutura organizacional básica para o sistema que opera dentro da organização (papéis e privilégios de usuários do sistema, regras de negócio governando o uso dos sistemas, e assim por diante). Mas a organização é também influenciada

por sistemas existentes e pela prática do trabalho, que fornecem um *feedback* útil para objetivos e políticas organizacionais.

Assim, quando do desenvolvimento de um sistema para uma organização, é necessário analisar qual o impacto que o sistema causará nas demais facetas, ou mais ainda, deve-se analisar a modificação necessária nas facetas de forma conjunta, de forma que o novo sistema esteja em ressonância com a estrutura organizacional.

Então, o método usado para determinar requisitos deve permitir ao projetista de sistema explorar possíveis soluções (envolvendo tanto o sistema de Tecnologia da Informação quanto possíveis mudanças organizacionais) e suas conseqüências ao mesmo tempo em que o problema é especificado, dessa forma refinando o entendimento do problema e desenvolvendo a solução através de um processo iterativo. Em outras palavras, o espaço no qual opções de solução são discutidas é um espaço sócio-técnico, ou seja, abrange possíveis mudanças na organização e novas estruturas organizacionais bem como mudanças no sistema técnico e novas estruturas de TI. Esses tipos de mudanças, embora diferentes, devem ser considerados em conjunto (Dobson et al., 1992).

Considerando-se a mudança organizacional levada a efeito com a implantação de um novo sistema, a *modelagem organizacional* pode ser utilizada como uma ferramenta para a análise do novo cenário da organização. Deve estar claro para a empresa qual a situação que ela deseja alcançar com a utilização de um novo sistema. A utilização de modelos da organização pode auxiliar nessa tarefa, através da modelagem de situações futuras da empresa, nas quais o novo sistema encontra-se presente. Com o desenvolvimento de diferentes modelos, conforme existam diferentes alternativas para a atuação do novo sistema, a organização pode optar pela situação futura que melhor atenda às suas necessidades.

Um aspecto a ser levado em consideração num processo de mudança, é a forma como os modelos da organização são utilizados. Embora seja importante analisar a situação atual, deve-se tomar o cuidado de não se prender ao paradigma atual de funcionamento da organização. Desde que os objetivos organizacionais sejam alcançados e as regras de negócio e demais restrições sejam respeitadas, toda solução alternativa viável deve ser analisada, mesmo que implique na total reestruturação dos processos de negócio da organização.

1.1 Motivação e Objetivos

Embora os benefícios da utilização da modelagem organizacional no contexto do desenvolvimento de um sistema de informação sejam bastante evidentes, a conexão entre o processo de modelagem e o processo de engenharia de requisitos não é simples e direta (Koehler et al., 2002). A maior parte das técnicas de modelagem não possui capacidade para a estruturação de um sistema de informação (Wortmann et al., 2000).

Embora existam técnicas de modelagem, como o EKD (Bubenko et al., 1998), que apresentam, como parte da técnica, recursos para o esboço inicial de um sistema de in-

formação, a orientação sobre a forma como se deve proceder à estruturação desse sistema não é apresentada, o que torna esse processo deficiente (Estrada et al., 2003).

Considerando-se o potencial oferecido pela modelagem organizacional como uma fonte de informações para a engenharia de requisitos, nota-se a necessidade de se estabelecer uma abordagem de orientação sobre a forma como se pode utilizar os modelos no processo da engenharia de requisitos, ou seja, é necessário que se determine uma maneira pela qual essa nova fonte de informações, os modelos da organização, pode ser integrada ao processo de engenharia de requisitos.

Essa integração pode ser feita com o estabelecimento de diretrizes que orientem as atividades que devem ser realizadas de forma que, partindo-se dos modelos da organização, possa-se extrair informações relevantes para o processo de engenharia de requisitos, a fim de se especificar um sistema de informação. Com isso, pode-se desenvolver uma nova configuração dos elementos organizacionais, incluindo o novo sistema, para se analisar a situação futura da empresa.

Sendo assim, este trabalho procura fazer um levantamento dos principais aspectos relacionados ao processo de engenharia de requisitos e à modelagem organizacional, com o objetivo de estabelecer essas diretrizes, indicando a forma como os modelos da organização devem ser utilizados no processo de engenharia de requisitos.

1.2 Organização do trabalho

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: no capítulo 1, encontra-se uma introdução, a motivação e os objetivos do trabalho. No segundo capítulo, faz-se um estudo do processo de engenharia de requisitos e são apresentadas algumas metodologias para o processo. No capítulo 3, os principais aspectos relativos à modelagem organizacional são apresentados, bem como as situações mais comuns em que é utilizada e seus benefícios.

No capítulo 4, é apresentado o processo de mudança organizacional e como o EKD (*Enterprise Knowledge Development*), a técnica de modelagem adotada no trabalho, atua nesse processo. Nesse capítulo também são descritos os modelos componentes da técnica EKD.

No capítulo 5, apresentam-se a metodologia e as diretrizes propostas para a elicitação de requisitos. No capítulo 6 encontra-se o estudo de caso realizado e no capítulo sete as conclusões finais.

Engenharia de Requisitos

2.1 Considerações Iniciais

Para que se possa avaliar o apoio que a modelagem organizacional pode oferecer ao processo de engenharia de requisitos, é preciso estudar as principais características desse processo. Sendo assim, neste capítulo é apresentada uma análise geral da engenharia de requisitos, bem como algumas abordagens existentes.

2.2 Visão Geral da Engenharia de Requisitos

O Processo de Software pode ser descrito, de forma genérica, como composto por, basicamente, três fases, além das atividades de apoio: definição, construção e manutenção. Durante a fase de definição, descreve-se o contexto no qual o software será inserido e qual o papel que será desempenhado por ele nesse contexto. Na fase de construção, define-se como o software será construído e procede-se à sua codificação e à execução das atividades de teste. Por fim, há a fase de manutenção, que trata de modificações que devem ser realizadas no software depois de pronto, seja devido a erros encontrados, seja pela necessidade de novas funcionalidades (Pressman, 2001).

A fase de definição do processo de software é composta de três principais tarefas, quais sejam engenharia de sistemas, planejamento do projeto de software e análise de requisitos. Na engenharia de sistemas, faz-se a análise do sistema no qual o software será inserido, descrevendo-se os elementos componentes desse sistema e a inter-relação entre os diversos componentes, dentro da hierarquia de subsistemas existentes no contexto em análise. O

escopo do software é inicialmente estabelecido. Quando o contexto do trabalho da engenharia de sistemas tem o foco numa empresa de negócio, o processo de engenharia de sistemas é chamado de Engenharia da Informação (Pressman, 2001).

Na tarefa de planejamento do processo de software, o escopo é refinado e, com base nele, através de técnicas empíricas e de decomposição, são estabelecidas estimativas para os recursos necessários.

A terceira tarefa da fase de definição é a análise de requisitos (figura 2.1). Nessa tarefa, o escopo passa a ser descrito em detalhes, e, ao final dela, deve-se traduzir, de forma clara e detalhada, tudo o que o software a ser desenvolvido deverá fazer, e todas as restrições impostas a ele.

Figura 2.1: Análise de Requisitos

2.3 A Tarefa de Análise de Requisitos

Saiedian (Saiedian & Dale, 2000) define a Engenharia de Requisitos como “todas as atividades voltadas à identificação de requisitos do usuário, análise dos requisitos a fim de se derivar requisitos adicionais, documentação dos requisitos na forma de uma especificação e validação dos requisitos documentados contra as reais necessidades do usuário”.

Pressman (Pressman, 2001) segue a mesma linha ao dividir a Análise de Requisitos de Software em quatro principais áreas de esforço:

1. *Reconhecimento do problema:* o analista deve estudar a especificação do sistema, se houver, no qual o software será inserido e o plano do projeto de software. É necessário rever o escopo do software que foi utilizado para as estimativas de planejamento. A meta dessa atividade é o reconhecimento dos principais elementos básicos dos problemas, conforme percebidos pelo cliente.
2. *Avaliação do problema e síntese da solução:* o analista deve definir os objetos de dados observáveis, avaliar o fluxo e conteúdo das informações, definir as funções do software, entender o comportamento do software frente a eventos que afetem o sistema, estabelecer as características das interfaces e descobrir restrições adicionais. Isso serve

para descrever o sistema de forma a permitir uma abordagem geral ou a síntese de uma solução. Deve-se criar modelos do sistema a fim de se entender melhor o fluxo de dados e controle. O modelo serve como fundamento para o projeto e como base para a criação de uma especificação para o software. Um ponto importante é focar a análise em “o que” e não em “como”. Essa atividade deve continuar até que o cliente e o analista tenham confiança de que o software pode ser adequadamente especificado para os passos de desenvolvimento subseqüentes.

3. *Especificação dos Requisitos*: é produzida no final da tarefa de análise. As funções e a performance atribuídas ao software na engenharia de sistemas são refinadas pelo estabelecimento de uma descrição completa da estrutura das informações e seu fluxo, uma descrição funcional e comportamental detalhada, indicação dos requisitos de performance e restrições de projeto, critérios de validação e outros dados pertinentes aos requisitos.
4. *Revisão*: a revisão deve ser conduzida tanto pelo desenvolvedor quanto pelo cliente. Deve-se ter cuidado na condução da revisão pois a especificação forma o fundamento para o projeto e subseqüentes atividades de engenharia de software. Primeiro, faz-se uma revisão em nível macroscópico, a fim de se assegurar que a especificação está completa, é consistente e acurada. Em seguida, a revisão deve focar um nível mais detalhado, cuja principal preocupação é o conteúdo da especificação e a forma como foi escrita. Procura-se identificar problemas como termos e verbos vagos, pronomes ambíguos, ausência de exemplos suficientes para os cálculos realizados, definição de termos que não se encaixa em todas as situações em que o termo é mencionado, etc.

Leite (Leite, 1990) define o processo de Engenharia de Requisitos como sendo composto por três principais fases, Elicitação, Análise e Modelagem (figura 2.2). Inicialmente, é necessário entender bem o contexto no qual o problema se situa, ou seja, identificar os objetivos do produto a ser desenvolvido, as tarefas e atividades necessárias e os limites do desenvolvimento. Assim, para se proceder à engenharia de requisitos, é necessário definir o Universo de Informações (UdeI) em que o problema se insere.

Na fase de elicitação do processo de engenharia de requisitos, o engenheiro de requisitos procura identificar os requisitos do software, buscando obter conhecimento do domínio do problema. Nessa fase, há três atividades principais:

- *Identificação das fontes de informação*: o engenheiro de requisitos identifica as fontes de informação no UdeI, que contém toda a informação sobre o domínio do problema. As fontes podem ser agentes (autores, usuários), documentação, manuais, memorandos, políticas da organização, etc.
- *Coleta de fatos*: são feitas entrevistas com os clientes, consulta a materiais, etc., ou seja, as informações são obtidas das fontes identificadas. Diversas técnicas podem

Figura 2.2: Processo de Engenharia de Requisitos (Leite, 1990)

ser utilizadas, como entrevistas, leitura de documentação, observação, questionários, análise de protocolos, reuniões, etc.

- *Comunicação*: a comunicação eficaz com os clientes e pessoas (especialistas) que entendem o problema é fundamental para que a elicitação tenha sucesso. O engenheiro de requisitos precisa se envolver com o trabalho do cliente e/ou especialistas no domínio, se envolver com o trabalho dos funcionários, aprender, etc.

Como resultado da fase de elicitação de requisitos, é desenvolvido o documento que contém a especificação de requisitos. Esse documento é utilizado nas fases seguintes de análise e modelagem.

Na fase de análise do processo de engenharia de requisitos, faz-se a revisão do documento de requisitos. Através de um processo de descoberta, refinamento, modelagem e especificação, o objetivo é obter-se uma especificação de requisitos completa e consistente. Durante essa fase, deve-se detectar e resolver inconsistências e problemas de funcionalidade que existam na especificação. As decisões de análise servem para realimentar e melhorar o documento de requisitos do sistema, pois ele será a base para todas as fases da engenharia de software subsequentes.

O objetivo da fase de modelagem do processo de engenharia de requisitos é desenvolver modelos que descrevam o que o sistema deve fazer (mas não como deve fazer), com base nos requisitos contidos no documento de requisitos. Modelos possibilitam um maior entendimento do domínio da aplicação e servem para determinar se a especificação está completa, consistente e precisa, fornecendo uma transição para a fase de projeto.

O documento de requisitos de software não é um documento de projeto. Ele deve indicar o que o sistema deve fazer sem especificar como isso deve ser feito (Sommerville, 2001). Os

requisitos devem ser declarados de forma que o projeto possa ser validado. Se os serviços, restrições e propriedades especificados no documento de requisitos de software são satisfeitos pelo projeto de software, então o projeto é uma solução aceitável para o problema.

O documento de requisitos do sistema deve conter todos os requisitos funcionais e de qualidade do software, e serve como um meio de comunicação entre o projetista de software e o cliente, estabelecendo um acordo acerca do que deve ser desenvolvido. O documento deve ser composto por sentenças em linguagem natural, seguindo determinados padrões (Turine & Masiero, 1996):

1. Cada requisito deve iniciar com “O sistema deve...”
2. Os requisitos devem ser organizados logicamente, como por exemplo, todos os requisitos de entrada, depois os de processamento e, por fim, os de saída
3. Cada requisito deve ter um identificador único
4. Os requisitos devem estar divididos em requisitos funcionais e não funcionais

Segundo Leite (Leite & Freeman, 1991), engenharia de requisitos é um processo no qual “o que deve ser feito” é elicitado, modelado e validado. Nessa caracterização, diferenciam-se duas grandes disciplinas. Uma está relacionada com a tarefa de elicitar e adquirir fatos e a outra é a modelagem destes fatos (figura 2.3). Entre essas duas tarefas, está a tarefa de validação, incorporada nos subprocessos de comunicação e validação de fatos.

Figura 2.3: Partes do processo do Engenharia de Requisitos (Leite & Freeman, 1991)

Leite (Leite & Freeman, 1991) propõe uma técnica de validação de requisitos pelo uso de pontos de vista (figura 2.4). A técnica consiste na comparação de diferentes visões de uma determinada situação, ou seja, da comparação de perspectivas de uma mesma situação tomadas a partir de diferentes pontos de vista. A técnica também fornece um esquema para a negociação de conflitos encontrados entre os pontos de vista. O objetivo da técnica é auxiliar no processo de elicitação de requisitos, através da identificação de informações faltantes ou conflitantes no processo.

Figura 2.4: Engenharia de requisitos usando pontos de vista (Leite & Freeman, 1991)

No diagrama da figura 2.4, a tarefa de validação pode ser vista no retorno da tarefa Construir Modelo para a tarefa Elicitar fatos, formando um ciclo. Essa iteração irá acontecer até que haja um consenso entre clientes e desenvolvedores. O modelo resultante deste processo é a especificação de requisitos.

Para Pressman (Pressman, 2001), embora cada método de análise possua um ponto de vista próprio, todos estão relacionados a um conjunto de princípios operacionais:

1. O domínio de informação de um problema deve ser representado e entendido.
2. As funções que o software irá executar devem ser definidas.
3. O comportamento do software (como uma consequência de eventos externos) deve ser representado.
4. Os modelos que representam informações, funções, e comportamento devem ser particionados de uma maneira que mostre detalhes de forma hierárquica (em níveis).
5. O processo de análise deve mover-se das informações essenciais em direção aos detalhes de implementação.

O documento final produzido pela tarefa de Engenharia de Requisitos é a Especificação de Requisitos. Esse documento passa a ser um contrato entre o desenvolvedor e o cliente.

O cliente deve estar ciente de que o software será produzido exatamente de acordo com a especificação e que novas funcionalidades ou alterações requeridas posteriormente à conclusão desta tarefa causarão grandes impactos nos prazos de entrega e custos, ou podem, até mesmo, levar ao fim do projeto de desenvolvimento do software (Saiedian & Dale, 2000). Além disso, alterações nos requisitos que venham a ocorrer numa fase posterior do projeto implicam num esforço de alteração bastante grande, muito maior que o trabalho que teria sido necessário para especificar esses requisitos na devida fase do projeto.

Por outro lado, conforme já mencionado, um processo de especificação de requisitos feito sem qualidade leva a um produto final também sem qualidade, que não satisfaz às necessidades do cliente.

Essas razões demonstram o papel crucial exercido pela Engenharia de Requisitos dentro do processo de software, por isso deve-se executar esta atividade com cuidado e certificar-se da participação efetiva do cliente. Do ponto de vista do cliente, uma análise de requisitos bem feita resulta num melhor entendimento da suas necessidades e restrições. Da perspectiva do desenvolvedor, assegura que uma solução está sendo desenvolvida para o problema certo e que esta solução é factível (Saiedian & Dale, 2000).

2.4 Engenharia de Requisitos orientada a objetivos

Lamsweerde (van Lamsweerde, 2000) defende que a engenharia de requisitos deve endereçar objetivos do contexto que justificam a necessidade de um software, as funcionalidades que o software deve possuir para atingir estes objetivos e os requisitos que restringem como o software desempenhará as funções para as quais deve ser projetado e implementado. Esta definição deixa clara a importância da análise dos objetivos do sistema na engenharia de requisitos.

Segundo Myloupoulos (Myloupoulos et al., 2001), a engenharia de requisitos, em sua forma tradicional, consistia na identificação de funções que deveriam ser suportadas pelo sistema e dos dados que o sistema deveria manipular. Para tanto, existem várias técnicas que podem ser utilizadas para a descrição do sistema, como diagramas de entidade-relacionamento e de fluxo de dados, análise orientada a objetos, etc.

Porém, segundo o autor, a análise de requisitos deve envolver mais do que apenas a modelagem de funções, dados e interfaces para um novo sistema. É necessário explorar alternativas e avaliar cada uma com relação à sua viabilidade e o quanto é desejável com relação aos objetivos do negócio. A análise orientada a objetivos complementa e reforça as técnicas de análise de requisitos tradicionais por oferecer uma forma para capturar e avaliar meios alternativos de se atingir os objetivos do negócio.

2.4.1 Metodologia de Myloupoulos

Myloupoulos (Myloupoulos et al., 1999) propõe uma metodologia para a análise orientada a objetivos composta de cinco passos. Como dados de entrada a serem utilizados, deve-se ter os objetivos funcionais a serem atingidos (*goals*) e características desejáveis de serem obtidas, denominadas *softgoals*, que são requisitos não funcionais do sistema. Para um sistema de agendamento de reuniões, exemplo utilizado pelo autor, poder-se-ia ter *softgoals* como “Aumentar a participação nas reuniões” e “Reduzir o custo das reuniões”. Os passos da metodologia proposta são descritos a seguir:

- *Passo 1*: os objetivos funcionais devem ser decompostos numa hierarquia AND-OR (figura 2.5) para se estabelecerem soluções alternativas. Cada alternativa reflete uma forma em potencial para se satisfazer o objetivo. Uma decomposição OR indica que qualquer uma das decomposições do objetivo (*subgoals*) pode ser utilizada para atingi-lo. Já uma decomposição do tipo AND indica que todos os *subgoals* devem ser satisfeitos para que o objetivo seja alcançado.

Figura 2.5: Decomposição AND/OR com alternativas para se atingir um objetivo (Myloupoulos et al., 2001)

- *Passo 2*: decomposição de cada *softgoal* numa hierarquia de *softgoals* (figura 2.6). Cada *softgoal* identificado terá uma árvore de decomposição. Como no caso dos *goals*, os *softgoals* podem ser decompostos para sua operacionalização. O conhecimento utilizado para identificação e decomposição de *softgoals* pode ser tanto genérico, como no caso de usabilidade, confiabilidade e performance, quanto específico ao domínio do problema.
- *Passo 3*: identificação de correlações entre *softgoals*. Os *softgoals* identificados possuirão conflitos, como, por exemplo, alta qualidade e baixo custo, performance e flexibilidade, etc. A análise das correlações ajuda a descobrir relacionamentos positivos ou negativos entre os elementos das hierarquias dos *softgoals*.

Figura 2.6: Decomposição de um *softgoal* e correlações com outras hierarquias (Mylopoulos et al., 2001)

- **Passo 4:** identificação das correlações entre *goals* e *softgoals* (figura 2.7). A decomposição de *goals* em *subgoals* apresenta alternativas para o sistema. Cada alternativa deve ser avaliada em relação ao cumprimento dos *softgoals*.
- **Passo 5:** selecionar um conjunto de *goals* e *softgoals*. Devido a conflitos entre *softgoals*, pode ser impossível satisfazer a todos eles. Sendo assim, deve-se priorizar um conjunto de opções na hierarquia de decomposição dos *softgoals* que maximize o suporte positivo aos *softgoals* identificados (do topo de cada hierarquia de decomposição). Com base no conjunto *softgoals* escolhido e nas correlações entre as opções para o sistema (hierarquia de *goals*) em relação aos *softgoals*, escolhe-se a alternativa de sistema, dentro da hierarquia de *goals*, que apóia melhor o conjunto de *softgoals* priorizado.

Mylopoulos (Mylopoulos et al., 1999) afirma que a análise orientada a objetivos tem o foco na descrição e avaliação de alternativas e seu relacionamento para os objetivos organizacionais que estão por trás de um projeto de desenvolvimento de software. A captura das interdependências entre objetivos organizacionais e os requisitos de software detalhados pode facilitar a identificação das origens dos requisitos e pode ajudar a tornar o processo de requisitos mais completo e consistente. O autor faz uma análise da OOA (Análise Orientada a Objetos) e da Análise Orientada a Objetivos (*Goal-Oriented Analysis*), concluindo que esta segunda abordagem pode, realmente, levar a uma definição de requisitos mais completa do que a primeira.

A principal razão apontada pelo autor para isso é que a abordagem orientada a objetivos lida com o relacionamento entre requisitos funcionais (*goals*) e não funcionais (*softgoals*). Já a abordagem OOA, não trata de requisitos não-funcionais.

As duas técnicas são, na verdade, complementares. A análise orientada a objetivos deve ser aplicada nos primeiros estágios da análise de requisitos (Cysneiros et al., 2001) e a segunda em estágios posteriores, a fim de definir objetos e atividades mencionados no detalhamento

Figura 2.7: Correlação entre *goals* e *softgoals* (Mylopoulos et al., 2001)

dos requisitos para o novo sistema. Mylopoulos cita, como um bom exemplo da forma como essas duas abordagens coexistem e se complementam, a metodologia *Knowledge Acquisition in autOmedated Specification* - KAOS (Dardenne et al., 1993).

2.4.2 Metodologia KAOS (Knowledge Acquisition in autOmedated Specification)

Dardenne (Dardenne et al., 1993) apresenta uma abordagem para aquisição de requisitos desenvolvida no projeto KAOS. O autor apresenta um meta-modelo conceitual e uma estratégia de aquisição de requisitos realizada pela operacionalização de objetivos. O meta-modelo conceitual (figura 2.8) apresenta elementos que podem ser instanciados para se criar um modelo em nível de domínio, específico a uma aplicação.

O meta-modelo é formado por diversos tipos de elementos, que possuem relacionamentos entre si. Os principais são objetivos, objetos, ações, restrições e agentes. Objetivos referem-se a objetos, são decompostos através do mecanismo de redução e podem ser conflitantes. Uma restrição é um objetivo operacional a ser alcançado pelo sistema e é formulado em termos de objetos e ações que podem ser executadas por algum agente no sistema.

A estratégia de aquisição orientada a objetivos é composta de sete passos:

- *Passo1*: adquirir estrutura de objetivos e identificar objetos relacionados.

Neste passo, os objetivos fornecidos pelo cliente são refinados em uma estrutura de objetivos e sub-objetivos do tipo E/OU. Esse processo, chamado pelo autor de redução,

Figura 2.8: Meta-modelo conceitual (Dardenne et al., 1993)

é necessário pois objetivos globais usualmente não podem ser diretamente traduzidos para uma forma de implementação. Nesse estágio, analistas e clientes interagem bastante.

- **Passo 2:** identificar potenciais agentes e suas capacidades.

Faz-se uma identificação preliminar dos agentes que poderiam estar disponíveis no sistema, e sua categoria (agentes humanos, equipamentos, programas), bem como das ações que são capazes de executar sobre os objetos envolvidos na descrição de objetivos do sistema. Esse tipo de informação é necessário para se determinar quando o processo de redução pode ser encerrado (passo 1) e para guiar o processo de operacionalização (passo 3).

- **Passo 3:** operacionalizar objetivos através de restrições.

Os nós folhas da estrutura de objetivos elaborada no passo 1 são transformados em objetivos de sistema formulados em termos de objetos e ações disponíveis a algum agente identificado no passo 2. Em outras palavras, identificam-se instâncias do elemento restrição do meta-modelo. Dessa forma, os objetivos são operacionalizados através de ações e objetos que podem suportá-los e da atribuição de responsabilidades.

- **Passo 4:** refinar objetos e ações.

As restrições identificadas no passo 3 podem envolver novos objetos e novas ações. Entidades, relacionamentos, eventos, agentes e transições de estado não identificados nos passos 1 e 2 podem surgir na operacionalização realizada no passo 3. Assim, o analista deve definir os objetos e ações identificados e completar a descrição dos objetos e ações que haviam sido identificados previamente.

- *Passo 5:* derivar ações fortalecidas e objetos a fim de assegurar as restrições.

As descrições de ações e objetos realizadas no passo 4 não garantem, necessariamente, que as restrições obtidas no passo 3 serão cumpridas. No passo 5, analisam-se quais ações e objetos contribuem para cada restrição, de forma a fortalecer o seu cumprimento. Em outras palavras, identificam-se instâncias do elemento Segurança do Meta-modelo.

- *Passo 6:* identificar responsabilidades alternativas.

Neste passo, para cada restrição as várias ligações de responsabilidade são identificadas (ligações do tipo Responsabilidade no meta-modelo). Essa identificação é baseada na capacidade dos agentes, determinada no passo 2.

- *Passo 7:* associar ações a agentes responsáveis.

Com base nas alternativas identificadas no passo 6, ligações do tipo Executa são estabelecidas, alocando-se as ações a agentes específicos que serão responsáveis por estas.

Segundo o autor, um ponto importante dessa abordagem é a importância dada aos objetivos em nível de sistema e sua operacionalização através de restrições. Isso contrasta com tecnologias tradicionais de especificação formal ou semiformal, onde todos os requisitos devem ser capturados em termos de abstrações de dados e operações.

2.5 Documentação de requisitos

Existem diversas propostas na literatura sobre formas de se documentar requisitos. Para o presente trabalho, utiliza-se a forma proposta pelo padrão IEEE (IEEESTD1233, 1996). Algumas definições utilizadas são:

Requisito: (a) Uma condição ou capacidade necessitada por um usuário para resolver um problema ou atingir um objetivo. (b) Uma condição ou capacidade que precisa ser alcançada ou possuída por um sistema ou componente de sistema para satisfazer um contrato, um padrão, especificação, ou outros documentos formalmente impostos. (c) Uma representação documentada de uma condição ou capacidade conforme (a) ou (b).

Requisito bruto: um requisito do ambiente ou do cliente que ainda não foi analisado e formulado como um requisito bem-formado.

Requisito bem formado: Uma declaração de funcionalidade de sistema (uma capacidade) que pode ser validada, deve ser alcançada ou possuída por um sistema para resolver um problema de um cliente ou para alcançar um objetivo de um cliente, e é qualificada por condições mensuráveis e limitada por restrições.

Especificação de Requisitos de Sistema (SyRS): consiste de uma coleção estruturada de informações que possui os requisitos do sistema.

Uma Especificação de requisitos de sistema é tradicionalmente vista como o documento que comunica os requisitos do cliente para a comunidade técnica que irá especificar e construir o sistema. A coleção de requisitos que constitui a especificação e suas representações age como a ponte entre os dois grupos e deve ser compreensível tanto pelo cliente quanto pela comunidade técnica. Uma das tarefas mais difíceis na criação de um sistema é essa de comunicar a todos os subgrupos dentro de ambos os grupos, especialmente em um documento.

A coleção de requisitos deve ter as seguintes propriedades:

- *Conjunto único:* cada requisito deve ser declarado apenas uma vez.
- *Normalizado:* requisitos não devem se sobrepor, ou seja, não devem referir-se a outros requisitos ou a capacidades de outros requisitos.
- *Conjunto ligado:* relações explícitas devem ser definidas entre requisitos individuais para mostrar como os requisitos estão relacionados para formar um sistema completo.
- *Completo:* uma SyRS deve incluir todos os requisitos identificados pelo cliente, bem como aqueles necessários para a definição do sistema.
- *Consistente:* o conteúdo da SyRS deve ser consistente e não contraditório no nível de detalhe, estilo de declaração de requisitos, e na apresentação de material.
- *Limitado:* os limites, escopo, e contexto para o conjunto de requisitos devem ser identificados.
- *Modificável:* a SyRS deve ser modificável. Clareza e não sobreposição de requisitos contribuem para isto.
- *Configurável:* versões devem ser mantidas da SyRS, conforme o desenvolvimento de instâncias da especificação.
- *Granular:* este deve ser o nível de abstração para o sistema sendo definido.

O propósito da SyRS é prover uma descrição do tipo “caixa preta” do que o sistema deve fazer, em termos de suas interações e interfaces com seu ambiente externo. A SyRS deve descrever completamente todas as entradas, saídas, e relações requeridas entre entradas e saídas.

O propósito da SyRS pode ser melhor alcançado pela organização dos requisitos de sistema em categorias conceituais. Na prática, é difícil identificar e separar requisitos de outros aspectos da percepção que o cliente possui do sistema que são frequentemente incluídos em documentos que definem “requisitos”. Frequentemente, procedimentos tradicionais dos usuários ou suposições da comunidade técnica ou usuária sobre a implementação obscurecem a declaração fundamentada de necessidade. O analista deve capturar e declarar as necessidades fundamentais do cliente e da comunidade técnica, formar requisitos apropriadamente, e organizá-los ou agrupá-los em categorias significantes.

A definição de requisito bem formado, colocada anteriormente, ajuda na classificação dos requisitos gerais do cliente. A definição fornece um meio para se distinguir entre requisitos como capacidades e os atributos desses requisitos (condições e restrições). As restrições podem ser funcionais e não funcionais.

Capacidades

Capacidades são os requisitos fundamentais do sistema e representam as características ou funções do sistema necessitadas ou desejadas pelo cliente. Uma capacidade deve ser declarada de forma que descreva o que o sistema deve fazer. A capacidade também deve ser declarada de uma maneira que seja independente de implementação. Isto irá permitir a consideração de diferentes formas de suprir a necessidade ou fornecer a característica ou função.

Condições

Condições são atributos qualitativos ou quantitativos mensuráveis e características que são estipuladas para uma capacidade. As condições qualificam uma capacidade que é necessária, e fornecem atributos que permitem que uma capacidade seja formulada e declarada de maneira que possa ser validada e verificada.

Faz sentido incluir condições (atributos mensuráveis) apenas se eles se aplicam a algo a ser mensurado, como uma capacidade. Por exemplo, não faz sentido ter um requisito de um sistema que estabelece 0 a 200 km/h abstratamente. Esse espaço de variação pode qualificar a velocidade de cruzeiro de uma ferrovia de alta velocidade, mas não a velocidade com a qual um elevador deve erguer os passageiros.

Condições podem limitar as opções abertas a um projetista. É importante identificar condições como atributos de capacidades, não como capacidades primárias, para assegurar que os requisitos claramente definem a necessidade sem impor limites desnecessários ao espaço de solução.

Restrições

Restrições são requisitos que são impostos à solução por circunstância, força, ou compulsão. Restrições limitam absolutamente as opções abertas a um projetista de uma solução pela imposição de fronteiras não movíveis e limites.

Uma lista de restrições pode incluir interfaces com sistemas já existentes (ex. formato, protocolo ou conteúdo) onde a interface não pode ser mudada, leis de um determinado país,

tempo e orçamento disponíveis, prioridade (ex. obrigatório e opcional), ou uma plataforma tecnológica pré-existente.

Restrições podem ser aplicadas a todos os requisitos ou ser relacionadas a uma capacidade específica ou a um conjunto de capacidade.

Restrições podem ser identificadas como requisitos autônomos, ou seja, não limitando nenhuma capacidade específica, ou como restrições sobre capacidades individuais. Muitas restrições, como a escolha da tecnologia (ex. o tipo de sistema operacional), aplicam-se a todo o conjunto de capacidades. Outras restrições aplicam-se a apenas uma ou algumas capacidades.

Cada requisito deve possuir as seguintes propriedades:

- *Abstrato*: cada requisito deve ser independente de implementação.
- *Não ambíguo*: cada requisito deve ser declarado de forma que possa ser interpretado de apenas uma forma.
- *Rastreável*: para cada requisito deve ser possível determinar um relacionamento entre declarações específicas de necessidade documentadas do cliente e as declarações específicas na definição do sistema dadas na SyRS como evidência da fonte de um requisito.
- *Validável*: para cada requisito deve haver meios de provar que o sistema o satisfaz.

Para que a documentação de requisitos possa suportar análise, os requisitos devem ser categorizados. Várias categorias podem ser utilizadas, como:

- *Identificação*: cada requisito deve ter uma identificação única.
- *Prioridade*: a prioridade de cada requisito deve ser identificada pelo cliente. Pode ser uma escala numérica (ex. 0 a 10) ou um esquema simples como Alta, Média, Baixa.
- *Criticalidade*: deve ser definida num trabalho conjunto entre analista e cliente. Alguns requisitos podem ter uma prioridade baixa, da perspectiva do cliente, mas serem essenciais para o sucesso de um sistema.
- *Factibilidade*: essa classificação pode ser baseada em fatores como estado atual da tecnologia, ambiente do cliente, risco ou custo associado a determinado requisito.
- *Risco*: em termos de suas conseqüências ou grau de aversão ao risco, grandes riscos estão relacionados a potencial perda financeira, impacto ambiental, assuntos de segurança e saúde, leis e padrões nacionais.
- *Fonte*: indica a origem do requisito. Pode haver múltiplas fontes que podem ser consideradas criadoras de um requisito.

- *Tipo*: requisitos podem ser categorizados por outros tipos, como entrada, saída, manutenibilidade, etc.

Alguns erros comuns cometidos durante a documentação de requisitos devem ser evitados, como os relacionados a seguir:

- *Projeto e Implementação*: há uma tendência por parte de analistas e clientes de incluir decisões de projeto e implementação juntamente com as declarações de requisito. Essas informações podem ser importantes e, nesse caso, devem ser documentadas e comunicadas em alguma outra forma de documentação a fim de ajudar nas fases de projeto e implementação.
- *Restrição excessiva*: requisitos com restrições desnecessárias
- *Não limitação*:
  - requisitos que possuem declarações relativas (esses requisitos não podem ser verificados e talvez seja necessário apenas reescrevê-los. Por exemplo, o requisito “minimizar ruído” pode ser reescrito como “nível de ruído não deve exceder...”).
  - requisitos sem um final especificado (frequentemente declarados como “incluindo, mas não limitado a...” ou listas terminadas em “etc.”)
  - requisitos que fazem declarações vagas ou subjetivas (frequentemente contêm termos como amigável ao usuário, tempo de resposta curto ou custo efetivo).
- *Suposições*:
  - requisitos baseados em suposições não documentadas (Uma suposição deveria ser documentada, assim como o requisito).
  - requisitos baseados na suposição de que determinado padrão ou sistema em desenvolvimento será terminado (a suposição e um requisito alternativo devem ser documentados).

O desenvolvimento de requisitos de um sistema é um processo iterativo. Os quatro subprocessos existentes, conforme figura 2.9, são:

1. Identificar requisitos a partir do cliente, do ambiente, e da experiência da comunidade técnica
2. Construir requisitos bem formados
3. Organizar os requisitos em uma SyRS
4. Apresentar a SyRS em várias representações para diferentes audiências.

Figura 2.9: Processo de desenvolvimento de uma SyRS (IEEE STD1233, 1996)

Embora o processo, na figura 2.9, seja apresentado sequencialmente, há sempre um grau de sobreposição e iteração entre os subprocessos.

A apresentação da SyRS deve ter a forma que for apropriada para o uso intencionado. Pode ser um documento escrito, modelos, protótipos, outras representações ou qualquer combinação destes. Todas essas representações podem ser derivadas de uma SyRS para atender às necessidades de uma audiência específica. Porém, deve-se ter o cuidado de assegurar que cada uma dessas representações seja rastreável a uma fonte comum de informação de requisitos de sistema.

2.6 Considerações Finais

Neste capítulo estudaram-se as características gerais da engenharia de requisitos e algumas abordagens para esse processo. A abordagem orientada a objetivos, por não estar atrelada a características funcionais, permite que se realize uma análise ampla das possíveis soluções.

Neste trabalho, procura-se, através das diretrizes propostas, seguir a linha de orientação a objetivos. A intenção é permitir a especificação de um sistema que satisfaça aos objetivos organizacionais, independentemente da forma como estão implementados na organização.

Modelagem Organizacional

3.1 Considerações iniciais

A especificação de diretrizes para utilização de modelos de uma organização está diretamente ligada ao processo de modelagem em si e às suas principais características. Neste capítulo procura-se analisar diversos aspectos da modelagem organizacional a fim de que essas diretrizes possam ser efetivamente estabelecidas.

3.2 Visão Geral da Modelagem Organizacional

Um modelo de uma empresa é um conjunto consistente de modelos de propósitos especiais e complementares que descrevem as várias facetas de uma empresa para satisfazer algum propósito de alguns usuários do negócio (Vernadat, 1996).

Os modelos são inerentemente subjetivos, ou seja, dependem da pessoa que realiza ou participa no processo de modelagem. Pessoas diferentes possuem visões diversas do negócio a ser modelado e, conseqüentemente, modelos criados por estas pessoas serão diferentes entre si, ainda que as diferenças não sejam muitas.

Além disso, há vários pontos de vista ou ângulos a partir dos quais se pode olhar para uma empresa, resultando em uma variedade de modelos apropriados para diferentes propósitos.

Outra característica da modelagem é que essa sempre possui alguma finalidade, ou seja, os modelos produzidos destinam-se ao objetivo que o modelador pretende alcançar. É com base no objetivo a ser alcançado que o enfoque dado ao processo de modelagem deve ser escolhido.

Empresas são sistemas complexos em termos de números de entidades envolvidas, coisas a serem feitas, variáveis de decisão a serem consideradas, e processos a serem controlados. O gerenciamento da complexidade deve ser uma preocupação central de qualquer método e ferramenta de modelagem. Uma forma de reduzir essa complexidade é utilizar uma abordagem hierárquica de solução de problemas. Assim, uma abordagem de decomposição do sistema deve ser adotada.

É impossível a realização de um modelo que possa descrever todos os aspectos de uma empresa ou a empresa como um todo. Se tal modelo fosse criado, seria excessivamente grande e complexo para ser útil, processável, ou mesmo compreensível, seja por pessoas, seja por um computador. Sendo assim, é necessário estabelecer-se o propósito da modelagem, sendo que o enfoque dado ao modelo deve estar de acordo com essa finalidade.

3.3 Propósito e benefícios da modelagem

Segundo Bubenko (Bubenko et al., 1998), para que uma empresa possa sobreviver e competir num ambiente econômico cada vez mais volátil e incerto, ela deve ser flexível. A habilidade de mudança e adaptação é essencial. Porém, a mudança é um processo complicado. Para conseguir mudanças efetivas, a empresa deve ter suficiente conhecimento e entendimento de:

1. sua situação atual
2. o estado futuro no qual deseja se encontrar
3. como quer chegar nesse estado

Para auxiliar nesse processo de mudança, é necessário que se tenha uma forma eficiente de representar a situação atual da empresa e projetar cenários futuros. Para tanto, a modelagem da empresa é uma ferramenta essencial.

Em geral, o propósito da modelagem de uma empresa é (Vernadat, 1996):

- Representar ou entender melhor a forma como a empresa (ou alguma parte dela) funciona.
- Capitalizar o conhecimento e o know-how adquiridos para reuso posterior.
- Racionalizar e assegurar o fluxo de informações.
- Projetar (ou reprojetar) e especificar uma parte da empresa (aspecto funcional, comportamental, informacional, organizacional ou estrutural).
- Analisar alguns aspectos da empresa (análise econômica, análise organizacional, análise qualitativa, análise quantitativa, instalações, arranjo físico, etc.).

- Simular o comportamento de alguma(s) parte(s) da empresa.
- Tomar melhores decisões sobre as operações e a organização da empresa.
- Controlar, coordenar ou monitorar algumas partes da empresa (ou seja, alguns processos).

Os benefícios da modelagem de uma empresa estão ligados ao propósito da modelagem. Os principais benefícios obtidos são:

- Construir uma cultura organizacional e uma visão compartilhada a serem comunicadas através da empresa, utilizando-se o modelo como uma linguagem comum.
- Capitalizar o conhecimento e o know-how para construir uma memória da empresa, que passa a fazer parte de seu patrimônio.
- Prover suporte para a tomada de decisões no que concerne à melhoria da empresa ou seu controle.

A modelagem da empresa executa um papel central na engenharia da empresa, isto é, faz a mediação entre pontos de vista multidisciplinares dos projetistas do sistema e usuários do sistema. Portanto, deve ser gerenciada como qualquer outro projeto de engenharia concorrente, trazendo a voz e experiência dos usuários finais em todos os estágios do projeto do sistema.

3.4 Perspectivas da modelagem

Dentre as informações que normalmente se quer extrair de um modelo de processo estão o que será feito, quem irá fazer, quando e onde será feito, como e por que será feito, e quem depende do que será feito. Linguagens de modelagem de processos diferem na extensão em que suas construções representam as informações que respondem a essas diferentes questões. Linguagens e representações de modelagem de processos usualmente apresentam uma ou mais perspectivas relacionadas a essas questões. Quatro das perspectivas mais comumente representadas são (Curtis et al., 1992):

Funcional: representa quais elementos do processo estão sendo executados, e quais entidades de fluxo de informação (como dados, artefatos, produtos) são relevantes para estes elementos do processo.

Comportamental: representa quando elementos do processo são executados (exemplo: seqüenciamento), bem como aspectos de como são executados através de laços, interações, condições de tomada de decisão, critérios de entrada e saída, e assim por diante.

Organizacional: representa onde e por quem (quais agentes) os elementos de processo são executados, os mecanismos de comunicação física utilizados para transferência de entidades, e os meios físicos e localizações utilizados para o armazenamento de entidades.

Informacional: representa as entidades de informação produzidas ou manipuladas por um processo; estas entidades incluem dados, artefatos, produtos (intermediários e finais), e objetos; essa perspectiva inclui tanto a estrutura das entidades de informação quanto os relacionamentos entre elas.

3.5 O Processo de modelagem

Segundo Vernadat (Vernadat, 1996), a modelagem de uma empresa é o conjunto de atividades ou processos usados para desenvolver as várias partes do modelo de uma empresa para se atingir alguma finalidade da modelagem.

Esse processo é governado pelo uso de uma metodologia e necessita de um critério de completitude funcional para parar o processo, bem como métricas para qualificar os modelos.

Na figura 3.1 é apresentada uma visão geral do processo de modelagem, insistindo no laço de retorno para Engenharia do Processo de Negócio através de um processo de melhoria contínua, e sugerindo que o processo de modelagem da empresa nunca termina. Realmente, o modelo da empresa deve ser mantido em linha com a evolução da empresa, e pode, até mesmo, ser utilizado para se prever mudanças.

Figura 3.1: Processo de modelagem da empresa - passos básicos (Vernadat, 1996)

Duas abordagens podem ser aplicadas para coletar informações para a modelagem da empresa:

- Coleta de informações através de reuniões de grupo, que consiste na formação de grupos de pessoas na empresa que devem ser treinados na técnica de modelagem utilizada. Essas pessoas devem discutir até que cheguem em uma visão consensual, que é a base para o desenvolvimento do modelo.
- Coleta de informações através de entrevistas, que consiste em enviar analistas experientes na empresa, os quais coletam descrições dos usuários bem como amostras de documentos ou dados usados diretamente pelos usuários.

A primeira abordagem é mais demorada e bastante custosa devido ao número de pessoas envolvidas e ao tempo gasto. A segunda abordagem, embora leve menos tempo e seja menos custosa, provê uma exposição menor dos usuários ao modelo. A experiência mostra que a segunda abordagem provê resultados da mesma qualidade que a primeira em um período de tempo muito menor. Essa constatação é confirmada pela curva empírica da figura 3.2 que indica que o aumento no número de peritos irá causar um aumento no tempo e no custo do projeto, mas depois de um certo limite não se consegue melhorar a confiabilidade da informação.

Figura 3.2: Trade-off de tempo contra confiabilidade da informação na modelagem organizacional (Vernadat, 1996)

3.6 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas características gerais da modelagem organizacional, bem como suas finalidades mais comuns e os benefícios que ela pode trazer para a organização.

Ao descrever a organização em seus diversos aspectos, a modelagem organizacional produz informações valiosas para a especificação de um sistema de informação.

Assim, durante o processo de modelagem, deve-se ter em mente esse objetivo de produzir informações para a engenharia de requisitos, a fim de que todos os elementos da organização, relevantes para esse fim, sejam corretamente representados nos modelos.

Processo de mudança organizacional

4.1 Considerações Iniciais

Toda alteração em uma organização, seja na estrutura hierárquica ou na forma de trabalhar das pessoas, seja nos objetivos e regras da organização, seja a implantação de um novo sistema, provoca um processo de mudança organizacional.

No caso específico da implantação de um novo sistema, objeto de estudo deste trabalho, os processos de mudança organizacional e de engenharia de requisitos do novo sistema são interdependentes, sendo que as decisões tomadas em um deles influenciam o outro (Levy & Powell, 2000). Em última análise, esses processos podem ser considerados um único processo de mudança organizacional, onde ocorre a implantação de um novo sistema e a adaptação da estrutura organizacional ao novo sistema.

Para se estudar a mudança organizacional nesse contexto, é necessário definir qual a metodologia de modelagem organizacional adotada, a fim de adaptar o processo de mudança à metodologia de modelagem.

Neste trabalho, foi utilizada a metodologia EKD (*Enterprise Knowledge Development*), por possuir características que atendem às necessidades do trabalho. A adoção do EKD baseia-se, primeiramente, no fato de a metodologia ser uma ferramenta apropriada para mudança organizacional (Kavakli & Loucopoulos, 1999). A separação dos elementos organizacionais em diferentes modelos (modelo de objetivos, de regras de negócio, de atores e recursos, etc.), conforme o tipo de elemento, permite uma melhor análise da situação atual da empresa e um bom planejamento da mudança organizacional.

Além disso, a metodologia EKD apresenta um modelo específico para objetivos de negócio, o que é bastante útil para este trabalho, já que a ênfase dada às diretrizes, para a identificação de requisitos, é a orientação a objetivos.

Mylopoulos (Mylopoulos et al., 2001) e Dardenne (Dardenne et al., 1993) apresentam metodologias de engenharia de requisitos que partem dos objetivos do sistema a ser desenvolvido, porém não indicam uma forma de identificar esses objetivos. O EKD, ao apresentar um modelo específico de objetivos organizacionais e relacionamentos de elementos desse modelo com elementos de outros modelos, provê uma ferramenta para a identificação de objetivos, contribuindo para que objetivos organizacionais relevantes não sejam deixados de lado.

A identificação de atores na organização também é um fator importante para a engenharia de requisitos, já que esses atores representam *stakeholders* para o sistema a ser desenvolvido. *Stakeholders* são todas as pessoas que possuem algum interesse no projeto, mesmo que não tenham um papel explícito de tomada de decisões em sua conduta ou não guardem nenhuma informação essencial para o projeto (Bubenko et al., 1998).

Um exemplo da importância da identificação de atores na organização é a abordagem proposta por Santander (Santander & Castro, 2000, 2001), que utiliza a metodologia de modelagem I* (Yu, 1997). O autor propõe a identificação de *Use Cases* a partir da dependência estratégica entre os atores, modelada com I*.

O EKD, com o modelo de atores e recursos, e seus relacionamentos com outros modelos, apresenta uma ferramenta de suporte à identificação de *stakeholders* para o sistema.

Assim, com base na metodologia de modelagem adotada, neste capítulo são apresentadas características do processo de mudança organizacional e a técnica de modelagem EKD.

4.2 Processo EKD de mudança organizacional

A pesquisa na área de processos concentra-se principalmente em modelos prescritivos que impõem regras e padrões de comportamento que, se seguidos, levariam à performance de processo desejada. Essa prescrição tenta assegurar uma sequência específica de tarefas durante o processo. Porém, devido à sua natureza social e criativa, a mudança organizacional não pode ser completamente prescrita. Para este fim, o direcionamento do processo não deve ditar qual a próxima tarefa que deve ser executada, mas prover um conjunto de tarefas aplicáveis que podem ser dinamicamente selecionadas dependendo do contexto de atuação do processo.

A fim de suprir essa necessidade, o EKD foi desenvolvido com o objetivo de fornecer uma abordagem sistemática para o desenvolvimento e documentação do conhecimento organizacional, dessa forma ajudando organizações a desenvolverem esquemas para implementação de mudanças (Kavakli & Loucopoulos, 1999). Para tanto, é necessária uma estrutura que

permita o entendimento, a análise e documentação das decisões envolvidas no processo de mudança, o que implica atenção aos seguintes aspectos:

1. O entendimento da situação atual da empresa

Qualquer tipo de mudança, quer se trate do desenvolvimento de um sistema computadorizado, quer se trate da re-engenharia de processos de negócio, envolve muitas suposições sobre o domínio da empresa envolvido. Para obter um entendimento mais profundo de uma empresa, é necessário entender-se os atuais objetivos da empresa e como estes objetivos são alcançados através da ação de atores nos processos organizacionais.

2. A exploração da mudança das diferentes perspectivas das partes interessadas

A necessidade de mudança é tipicamente declarada de forma simples, chamada de visão de mudança. Porém, mesmo que o objetivo primário de mudança seja fornecido, não reflete a forma como a necessidade de mudança é entendida pelos diferentes *stakeholders* da empresa ou o meio pelo qual a mudança é contextualizada na situação particular da empresa. Esse entendimento requer a articulação do conceito de mudança no contexto da empresa e seu ambiente social e a materialização destas mudanças em termos de alterações apropriadas nas estruturas e processos atuais da empresa.

3. O projeto da situação futura da empresa

Os objetivos de mudança formam os requisitos sobre os quais a nova estrutura da empresa será baseada. Essa tarefa diz respeito ao mapeamento dos requisitos de mudança em um futuro modelo da empresa, que, por sua vez, envolve a modelagem dos futuros objetivos da empresa e como esses objetivos serão alcançados em termos de componentes operacionais da empresa.

4. A avaliação de modelos da empresa com base em critérios das partes envolvidas

As preocupações anteriores referem-se à formulação de modelos distintos com respeito aos estados atual, de mudança e futuro da empresa. A meta da avaliação é chegar-se a um modelo da empresa que seja consistente com a experiência e/ou expectativas dos *stakeholders*. Frequentemente, modelos alternativos para a empresa podem ser possíveis (por exemplo, pode haver múltiplos modelos de mudança, levando a alternativas soluções futuras). O quanto um modelo é apropriado depende de um número de critérios, tanto qualitativos quanto quantitativos. Esses critérios não são preexistentes, mas precisam ser definidos dentro do contexto da própria aplicação de mudança.

Em suma, é possível fazer-se uma distinção entre quatro modelos de conhecimento diferentes da empresa com respeito à mudança organizacional, quais sejam:

1. Conhecimento sobre os objetivos atuais da empresa e como eles são alcançados através do comportamento da empresa (modelo Como-Está)

2. Conhecimento sobre os objetivos de mudança dos *stakeholders* e como eles podem ser satisfeitos em termos de cenários alternativos de mudança (modelo de Mudança)
3. Conhecimento sobre a situação desejada da empresa, isto é, objetivos futuros da empresa e como eles são alcançados pelo novo comportamento da empresa (modelo A-Ser)
4. Conhecimento sobre os objetivos de avaliação dos *stakeholders* com respeito a quanto um modelo da empresa é apropriado (modelo de avaliação)

Esses quatro tipos de conhecimento organizacional correspondem a quatro estados de conhecimento distintos dentro do ciclo-de-vida da mudança organizacional (figura 4.1):

1. Estado Como-Está
2. Estado de Mudança
3. Estado A-Ser
4. Estado de Avaliação

Figura 4.1: Estrutura EKD para modelagem da mudança organizacional (Kavakli & Loucopoulos, 1999)

O processo de mudança organizacional pode ser visto como uma progressão sistemática através dos quatro estados de conhecimento. Essa progressão não possui um caminho definido e depende da intenção do grupo e da estratégia adotada.

Com base nessa estrutura, o processo de mudança organizacional utilizando EKD acontece dentro de um mapa de estados (figura 4.2), sendo que a mudança de estado dentro desse

mapa depende da intenção dos participantes de um projeto em alcançar determinado estado de conhecimento da organização. De acordo com a intenção do grupo, segundo a metodologia adotada, uma determinada estratégia pode ser selecionada, a fim de operacionalizar a intenção, mudando-se de estado dentro do mapa. Portanto, o mapa é uma estrutura que suporta a seleção dinâmica da intenção a ser alcançada, provendo, assim, uma ferramenta flexível para guiar processos de mudança.

Em adição aos quatro estados descritos na estrutura EKD, dois estados adicionais são incluídos no mapa, chamados de Estado Nulo e Saída. Eles descrevem o estado onde nenhum conhecimento sobre a empresa está disponível e o estado em que conhecimento 'suficiente' foi obtido, respectivamente. Assim, nota-se que existem diferentes rotas entre os estados Nulo e de Saída.

Figura 4.2: Mapa de Estados EKD (Kavakli & Loucopoulos, 1999)

O mapa de estados é uma estrutura navegacional no sentido de que permite ao usuário determinar sua rota entre os diferentes estados com respeito à mudança organizacional. Nenhuma das rotas existentes no mapa é previamente recomendada. Em vez disso, a abordagem sugere a construção dinâmica da rota a ser seguida. Nesse sentido, a abordagem é sensível a situações específicas conforme surgem no processo (Rolland et al., 1999).

Além disso, pode-se iniciar o processo em qualquer estado, dependendo do conhecimento organizacional assumido.

4.3 A Técnica EKD (Enterprise Knowledge Development)

4.3.1 Visão Geral da Técnica EKD

Segundo Bubenko (Bubenko et al., 1998), EKD (*Enterprise Knowledge Development*) é uma abordagem que provê uma maneira sistemática e controlada de se analisar, entender, desen-

volver e documentar uma empresa e seus componentes, através da modelagem organizacional. O uso da modelagem organizacional através da abordagem EKD traz uma série de benefícios, dentre os quais:

- melhor entendimento do negócio
- melhoria da comunicação entre stakeholders e desenvolvedores
- auxílio aos desenvolvedores do sistema de informação e aos stakeholders na determinação dos requisitos e objetivos do sistema

A abordagem EKD inclui, tipicamente, pessoas estratégicas na organização, gerentes e pessoal operacional que, juntamente com facilitadores e técnicos de modelagem, familiares com EKD, irão executar o processo exibido na figura 4.3:

- *Diagnóstico*: modelagem da situação atual e dos requisitos de mudança
- *Entendimento*: interpretação, entendimento, avaliação, deliberação e discussão dos estados atual e futuro da empresa
- *Projeto*: discussão e modelagem das futuras situações e cenários alternativos

Figura 4.3: Tipos de atividades envolvidas na abordagem EKD (Bubenko et al., 1998)

O modelo da empresa, resultante desse processo, estará disponível para que os responsáveis possam tomar decisões informadas sobre as estratégias e objetivos futuros da empresa.

A abordagem EKD inclui, basicamente:

- Um conjunto de modelos utilizados para a descrição do sistema a ser analisado ou construído, e a organização na qual irá operar.
- Participação dos *stakeholders*. Clientes e usuários finais são, claramente, *stakeholders*, além do dono do negócio e os acionistas. Além dos *stakeholders* diretamente identificáveis, pode haver outros indiretos como membros da hierarquia gerencial que tenham interesse no negócio, fornecedores, etc.

O envolvimento dessas pessoas num projeto que inclua a aplicação do EKD é um fator crítico de sucesso na construção de um sistema de informação ou na reestruturação da organização. Aspectos importantes relativos a *stakeholders* são as expectativas deles com relação ao projeto e o processo de escolha de participantes (Brash, 1999).

- Um conjunto de diretrizes para a condução do processo de modelagem, a fim de prover suporte para a solução de problemas e compartilhamento de experiência, ou seja, para a coordenação do trabalho cooperativo.

4.3.2 Os sub-modelos da abordagem EKD

O modelo de uma organização, na abordagem EKD, corresponde a alguns sub-modelos inter-relacionados (figura 4.4), cada um dos quais representa um aspecto da empresa (Bubenko et al., 1998).

Figura 4.4: Sub-modelos componentes do modelo organizacional da abordagem EKD (Bubenko et al., 1998)

Modelo de Objetivos

O modelo de objetivos é utilizado para descrever os objetivos da empresa e eventos que influenciam o alcance desses objetivos. Nele é descrito o que a empresa e seus funcionários querem alcançar ou evitar, e quando. O modelo de objetivos usualmente clarifica questões como: para que estado a organização deve estar caminhando? quais são os objetivos da organização, sua importância, criticalidade e prioridade? como esses objetivos relacionam-se uns com os outros? quais problemas estão impedindo que os objetivos sejam atingidos?

Esse modelo descreve a razão, ou motivação, para atividades e entidades dos outros sub-modelos.

A modelagem de objetivos elucida a razão da existência dos elementos da organização, o que o torna essencial em um processo de análise ou projeto da organização (Kawalek & Kueng, 1999).

Os tipos de componentes do modelo de objetivos são: objetivo, problema, causa, restrição e oportunidade.

- *Objetivo*: é um estado desejado de coisas que precisa ser alcançado. É utilizado para expressar objetivos que um indivíduo, ou a organização como um todo, deseja alcançar. Um objetivo pode ter variáveis opcionais de prioridade e criticalidade (baixa, média ou alta).
- *Problema*: é utilizado para indicar que o ambiente está em, ou pode chegar a, um estado que atrapalha o alcance de objetivos, o que precisa ser analisado. Um problema pode ser classificado em dois subtipos: fraqueza, que é um problema para o qual a empresa possui recursos e conhecimento para reduzir seus efeitos, e ameaça, que é um problema para o qual a empresa não possui o conhecimento para reduzir os efeitos.
- *Causa*: é utilizada para explicar as razões para os problemas. Geralmente são situações ou estados, fora do controle do projeto, processo ou organização.
- *Restrição*: é utilizada para expressar restrições do negócio, regras, leis ou políticas do mundo exterior que afetam a organização.
- *Oportunidade*: é utilizada para expressar recursos que podem tornar determinados objetivos ou estados desejados mais fáceis de serem atingidos, ou mesmo para se estabelecerem novos objetivos para a empresa.

Os tipos de ligações existentes entre os componentes podem ser:

- *Suporta*: é uma relação vertical, utilizada para refinar ou decompor objetivos e outros componentes.

- *Prejudica*: mostra uma influência negativa entre componentes. Pode ser considerada como o oposto de Suporta.
- *Conflita*: determina que o alcance de um objetivo está em conflito com outro.

O detalhamento de objetivos em sub-objetivos é feito através de relações AND e OR.

Observações feitas de sessões práticas de modelagem mostram que algumas vezes é necessário incluir tipos adicionais de componentes (Bubenko et al., 1998).

Modelo de Regras do Negócio

É utilizado para se manter e definir regras de negócio explicitamente formuladas, consistentes com o modelo do Objetivos. Regras do Negócio podem ser vistas como operacionalização ou limites de objetivos. Formam uma hierarquia na qual as regras de nível mais baixo definem a forma pela qual as regras de mais alto nível ou os objetivos são implementados. Esse modelo usualmente clarifica questões como: quais regras afetam os objetivos da organização? há alguma política estabelecida? como uma regra de negócio relaciona-se com um objetivo? como objetivos são suportados por regras de negócio?

As regras de negócio podem ser divididas em:

- *Regras de derivação*: são expressões que definem componentes derivados da estrutura de informação da empresa. Regras de derivação são um meio de capturar conhecimento estrutural do domínio que não precisa ser armazenado e cujos valores podem derivados dinamicamente utilizando outras informações existentes ou derivadas. Ex: “um mau cliente da biblioteca é um cliente que não retorna o empréstimo dentro do prazo por duas vezes consecutivas”
- *Regras de evento-ação*: relacionam-se com a invocação de atividades, ou seja, expressam as condições nas quais as atividades devem ser iniciadas.
- *Regras de restrição*: estão relacionadas com a integridade dos componentes de estrutura da informação, ou com as atividades da empresa e seu comportamento permitido. Ex: “o salário de um empregado não deve diminuir”

Os tipos de relações entre regras de negócio podem ser:

- *Suporta*: relação vertical, utilizada para refinar ou decompor regras.
- *Prejudica*: mostra uma relação negativa entre as regras.

Como no sub-modelo de objetivos, pode haver estruturas de decomposição do tipo AND/OR para as regras de negócio.

Modelo de Conceitos

É utilizado estritamente para definir “coisas” e “fenômenos” que são mencionados nos outros modelos. Pode-se representar entidades, atributos e relacionamentos.

- *Entidade*: é algo no domínio de interesse e aplicação que precisa ser considerado, caracterizado e definido através de relacionamentos com outras entidades. Entidades são utilizadas para se definir expressões no modelo de objetivos, bem como o conteúdo de conjuntos de informação no modelo de processos de negócio.
- *Atributo*: é uma entidade utilizada apenas para caracterizar outra entidade.

Entidades podem ter os seguintes tipos de relacionamentos:

- *Relacionamento binário*: é uma relação semântica entre duas entidades ou dentro de uma mesma entidade. A semântica da relação é definida pelo modelador, ao nomear a relação. Esse tipo de relação é inerentemente bidirecional e para cada direção pode ser dado um nome.
- *Relacionamento ISA*: é uma relação de generalização/especialização. Se “A” ISA “B”, então “B” é o conceito mais genérico e “A” o mais específico. A propriedade mais importante deste relacionamento é a herança. Tudo o que for especificado para o conceito mais genérico é válido para o mais específico.
- *Relacionamento PartOf*: nesse tipo de relacionamento, o objeto agregado é uma montagem de partes, que são seus componentes.

O modelo de conceitos usualmente clarifica questões como: quais entidades e conceitos são reconhecidos na empresa (incluindo seu relacionamento com objetivos, atividades e processos, e atores)? como são definidos, quais regras de negócio e restrições monitoram estes objetos e conceitos?

Modelo de Processos de Negócio

É utilizado para definir processos da empresa, a forma como interagem e a forma como processam as informações e materiais. Espera-se que um processo de negócio consuma informações ou materiais e produza, como saída, também informações ou materiais. Em geral, o modelo de processos de negócio é similar aos tradicionais diagramas de fluxo de dados. Esse modelo usualmente clarifica questões como: quais atividades de negócio e processos são reconhecidos na organização, ou deveriam ser? para que a organização seja gerenciada de acordo com seus objetivos, como os processos de negócio e tarefas deveriam ser realizados? quais são suas necessidades de informação?

Processos podem ser decompostos em subprocessos. Os componentes desse modelo são motivados por componentes do modelo de objetivos, bem como permitem que objetivos sejam alcançados.

Os tipos de componentes do modelo de processos de negócio são:

- *Processo*: é uma coleção de atividades que consome entrada e produz saída em termos de informação e/ou material, é controlada por um conjunto de regras que indicam como processar a entrada e produzir a saída e relaciona-se com o modelo de atores e recursos em termos do executor e do responsável pelo processo.
- *Processo externo*: é uma coleção de atividades realizadas fora do escopo da organização, que se comunica com processos ou atividades dentro do domínio do problema e que é essencial de ser documentada.
- *Conjunto de informações ou materiais*: são informações ou materiais enviados de um processo, externo ou não, a outro. O conteúdo dos fluxos de material ou informação é descrito através de referências feitas às suas definições no modelo de conceitos.

Os relacionamentos entre os componentes desse modelo são ligações entre processos e conjuntos de informações ou materiais que entram e saem dos processos.

Modelo de atores e recursos

É utilizado para descrever como diferentes atores e recursos estão relacionados entre si e como estão relacionados com componentes do modelo de objetivos e do modelo de processos de negócio. Por exemplo, um ator pode ser responsável por determinado processo ou possuir um certo objetivo. Usualmente clarifica questões como: quem está ou deveria estar executando quais processos e tarefas? como é definida a hierarquia entre atores da organização?

Esse modelo define os tipos de atores e recursos, ou atores individuais, envolvidos nas atividades da empresa. Seus componentes podem ser:

- *Indivíduo*: denota uma pessoa na empresa.
- *Unidade organizacional*: utilizada para representar toda estrutura organizacional dentro da empresa, como grupo, departamento, divisão, seção, projeto, equipe, etc. Uma unidade organizacional pode ter subunidades, executar papéis e ter outros atores pertencentes a ela.
- *Recursos não-humanos*: podem ser máquinas, sistemas de diferentes tipos, equipamentos, etc.

- *Papéis*: são as posições e respectivas tarefas existentes na organização. Um papel pode ser executado por indivíduos, unidades organizacionais ou recursos não-humanos. Pode, também, pertencer a mais de um componente do modelo e relacionar-se com outros componentes. Podem ser responsáveis por executar processos e atingir ou definir objetivos. Também podem ser generalizados ou especializados.

Os diferentes tipos de relações entre os componentes do modelo são descritos através de relações binárias. Dois tipos principais de relações binárias são:

- *Responsabilidade*: pode ser uma relação entre atores, entre atores e processos de negócio, regras de negócio e objetivos. Responsabilidades podem ser delegadas ou transferidas entre atores.
- *Dependência*: é uma relação entre atores. Um ator depende de outro para alguma coisa que pode ser um recurso ou um processo de negócio.

As relações do tipo ISA e PartOf também fazem parte do modelo de atores e recursos.

Modelo de Requisitos e Componentes técnicos

Os cinco modelos apresentados anteriormente fornecem uma descrição da empresa, com seus objetivos, processos, regras, etc. Caso se deseje desenvolver um sistema de informação para suportar os processos, então há a necessidade de se lidar com requisitos técnicos do sistema de informação, inicialmente numa maneira menos formal. Assim, a abordagem EKD inclui um sub-modelo simples para descrever requisitos iniciais do sistema de informação e seus respectivos relacionamentos.

Inicialmente, é necessário desenvolver-se um conjunto de requisitos ou objetivos de alto nível para o sistema de informação como um todo. Com base nesses requisitos ou objetivos, procura-se estruturar o sistema de informação em um número de subsistemas ou componentes técnicos. Para cada subsistema, deve-se definir um conjunto de objetivos e requisitos mais específicos. Esses objetivos e requisitos devem ser derivados de e estarem consistentes com os outros sub-modelos apresentados.

O modelo de requisitos e componentes técnicos só se torna relevante quando o propósito da utilização do EKD é auxiliar na definição de requisitos para o desenvolvimento de um novo sistema de informações. Usualmente clarifica questões como: quais são os requisitos para o sistema de informação a ser desenvolvido? quais requisitos são gerados pelos processos de negócio? qual o potencial que a tecnologia da informação e comunicação possui para a melhoria dos processos na empresa?

Esse sub-modelo apresenta os seguintes tipos de componentes:

- *Objetivo do sistema de informação*: expressa objetivos de alto nível relativos ao sistema de informação e/ou seus subsistemas e componentes. São tipicamente motivados por atividades do modelo de processos de negócio. Podem ser motivados, também, por objetivos do modelo de objetivos.
- *Problema para o sistema de informação*: utilizado para expressar estados indesejáveis do negócio ou do ambiente ou fatos problemáticos sobre a situação atual relativos ao sistema de informação a ser desenvolvido.
- *Requisito do sistema de informação*: expressa um requisito para uma propriedade particular do sistema de informação a ser desenvolvido. A propriedade pode ser funcional ou não-funcional.

Os tipos de relações existentes entre esses componentes são:

- *Suporta*: relação utilizada para refinar ou decompor os componentes ou indicar uma relação positiva entre eles.
- *Prejudica*: mostra uma relação negativa entre os componentes.

4.4 Considerações finais

A abordagem EKD constitui uma ferramenta bastante apropriada para a mudança organizacional. Considerando-se a mudança levada a efeito pela implantação de um sistema de informação, deve-se aproveitar as características dessa abordagem que permitem a obtenção de resultados efetivos no processo de mudança.

Assim, especial atenção deve ser dada aos modelos de objetivos e de regras de negócio, pois, em função da orientação a objetivos estabelecida pelas diretrizes propostas, são esses os modelos que constituem a principal fonte de informações para o processo de requisitos.

Engenharia de Requisitos para Sistemas de Informação

5.1 Considerações iniciais

A engenharia de requisitos é aplicada numa grande diversidade de domínios. Um domínio, tarefa ou ambiente específico pode requerer algum foco específico e técnicas dedicadas (van Lamsweerde, 2000). No contexto de uma organização, é necessário analisar o relacionamento do sistema com os elementos organizacionais e a forma pela qual o sistema colabora para atingir os objetivos da organização.

A análise de sistemas convencional enfatiza a definição de requisitos de processamento da informação, ao invés de olhar para a Tecnologia da Informação (TI) de uma perspectiva mais aberta. É dada ênfase para “o que” o sistema deve fazer, mas pouco se questiona a respeito do “porquê”. Assim, é comum a criação de sistemas que não satisfazem às necessidades dos operadores humanos, embora estejam tecnicamente corretos. Dessa forma, é freqüente o caso em que soluções técnicas para problemas são criadas, mas não suportam adequadamente a forma pela qual os componentes humanos do sistema estão organizados (Dobson et al., 1992).

Sendo assim, muitas das dificuldades encontradas no projeto de produtos de TI não são devidas a limitações tecnológicas, mas à falta de apreciação dos requisitos organizacionais.

A modelagem organizacional provê uma estrutura que permite representar e analisar o sistema de TI como um componente de um ambiente mais amplo, que é a organização a cujas necessidades o sistema é desenvolvido para servir (Dobson et al., 1992).

Mais do que isso, com o uso da modelagem organizacional, é possível o planejamento da mudança organizacional como um todo, incluindo não apenas o software do sistema de informação, mas também todas as alterações na organização consequentes da implantação do novo sistema.

Neste capítulo é apresentada a metodologia proposta para a engenharia de requisitos de um sistema de informação com o uso da modelagem organizacional como base para o processo. São apresentadas, também, as diretrizes propostas para a elicitação de requisitos a partir dos modelos da organização.

5.2 A metodologia proposta

O desenvolvimento de software para um sistema de informação deve ter como foco as reais necessidades da organização e, para tanto, o processo de engenharia de requisitos deve identificar aspectos como os objetivos, regras de negócio e problemas existentes na organização. Para a identificação desses elementos, utiliza-se, como ferramenta, a modelagem organizacional.

Porém, a modelagem organizacional e a engenharia de requisitos são dois processos distintos, e não há uma correspondência direta entre ambos que possibilite a utilização da mesma no processo de engenharia de requisitos de forma clara e direta.

Assim, surge a necessidade de se estabelecer uma forma de realizar essa integração. O que se pretende, então, é estabelecer diretrizes que possam guiar o processo de engenharia de requisitos tomando como base os modelos da organização criados conforme a metodologia EKD. Não se pretende criar um processo completo de como utilizar a modelagem organizacional para a engenharia de requisitos, mas apenas estabelecer diretrizes que forneçam um norteamento nessa atividade.

A experiência com o uso das diretrizes pode permitir, futuramente, o estabelecimento de um processo mais completo. No entanto, neste momento a intenção é dar um primeiro passo, ou seja, fazer um trabalho inicial, através do estabelecimento de diretrizes.

A metodologia proposta consiste de sete etapas (figura 5.1):

1. Modelar o estado atual da organização
2. Definir o escopo do sistema
3. Identificar problemas e deficiências que precisam ser abordados pelo novo sistema
4. Propor soluções alternativas de sistema para os problemas e deficiências identificados
5. Elicitar requisitos para o novo sistema
6. Propor novas configurações da estrutura organizacional, de acordo com as soluções propostas nas etapas anteriores

7. Selecionar a solução de sistema/configuração organizacional que melhor atenda às necessidades da organização

Figura 5.1: Metodologia proposta

Na **primeira etapa**, deve-se entender e modelar o estado atual da organização. Embora essa etapa possa parecer, num primeiro momento, desnecessária, pois se poderia partir diretamente para a identificação das necessidades da organização em relação ao sistema a ser desenvolvido, com o modelo da situação atual da organização em mãos pode-se identificar outros problemas ou aspectos a serem melhorados que possivelmente não seriam identificados se o processo fosse iniciado com o levantamento das necessidades e conseqüentes mudanças na organização.

Com o modelo da situação atual, pode-se ter uma visão geral da organização, o que facilita a identificação de outros aspectos que podem ser abordados pelo sistema e que não seriam considerados caso a situação atual não fosse modelada.

Na **segunda etapa**, deve-se definir o escopo de atuação do sistema dentro da organização. Isso é feito através da identificação dos elementos organizacionais que poderão interagir com o sistema ou que poderão sofrer alguma modificação em virtude da implantação do sistema.

O projeto de um novo sistema é feito para suprir necessidades que existem em função de deficiências da organização ou de problemas que a mesma possui. Na **terceira etapa**, a identificação de problemas e deficiências tem a finalidade de definir quais problemas os objetivos do sistema de informação deverão solucionar.

Na **quarta etapa**, são definidos os objetivos do sistema de informação. Esses são os objetivos primários a serem atingidos pelo sistema, ou seja, são as razões da existência do projeto do novo sistema. Esses objetivos são definidos em função dos problemas identificados na terceira etapa. Não há uma fórmula para definir um objetivo do sistema de informação, ou seja, a maneira pela qual será solucionado um problema identificado na terceira etapa. Cabe à equipe de projeto definir esses objetivos.

Definidos os objetivos do sistema de informação, deve-se proceder à elicitação de requisitos para o sistema, feita na **quinta etapa**. Os requisitos podem ser derivados tanto dos objetivos do sistema de informação, definidos na etapa anterior, quanto dos elementos organizacionais dentro do escopo de atuação do sistema, identificados na segunda etapa. Deve-se notar que, para os requisitos obtidos a partir dos elementos organizacionais dentro do escopo de atuação do sistema, deve-se enfatizar a orientação a objetivos, ou seja, os requisitos devem ser obtidos dos objetivos e regras organizacionais, e não dos processos de negócio existentes na configuração atual da organização. Esses processos de negócio poderão ser alterados em função da implantação do novo sistema.

Na **sexta etapa**, deve-se propor uma nova estrutura para a organização, da qual conste o sistema a ser desenvolvido. Deve-se estar atento ao fato de que a implantação de um novo sistema é, em última análise, um processo de mudança organizacional e essa mudança repercute em todas as facetas (Michelis et al., 1998) da organização. Nessa nova estrutura, as principais mudanças devem ocorrer nos processos de negócio, pois são esses processos que definem a forma de trabalhar da organização. Com a implantação do novo sistema, a forma de trabalhar é alterada, o que implica numa nova configuração dos processos organizacionais. Pode haver, também, alterações em outros elementos, como por exemplo, em objetivos organizacionais e regras de negócio que venham a tornar-se obsoletos, ou modificações na hierarquia dos atores, em função da mudança na organização. Tudo depende da nova estrutura organizacional proposta, de acordo com o modelo futuro da empresa. Porém, é claro que essas mudanças devem ser aceitáveis por parte dos *stakeholders*, o que exige que os modelos futuros sejam desenvolvidos com a participação deles e não apenas pelos engenheiros de requisitos.

Havendo mais de uma alternativa para o desenvolvimento do sistema, conforme sejam propostas diferentes soluções para os problemas, na **sétima etapa** a organização deve selecionar aquela que melhor atenda às suas necessidades, conforme seus critérios de escolha. Esses critérios devem ser definidos em cada contexto, como por exemplo, prioridade entre as necessidades dos *stakeholders*, riscos, custos, etc.

Deve-se observar a diferença entre objetivos do sistema de informação e objetivos organizacionais. Os objetivos do sistema de informação são definidos pela equipe de projeto do sistema a fim de solucionar problemas identificados na organização. No EKD, esses objetivos fazem parte do *modelo de requisitos e componentes técnicos*.

Já os objetivos organizacionais são definidos pela organização e representam situações de seus negócios, de uma forma geral, que ela deseja alcançar. Esses elementos fazem parte do *modelo de objetivos* no EKD.

Fazendo-se um paralelo com a metodologia de Mylopoulos (Mylopoulos et al., 2001), os objetivos do sistema de informação seriam equivalentes aos objetivos funcionais a serem atingidos pelo sistema (*goals*) e os objetivos organizacionais seriam equivalentes às características desejáveis para o sistema (*softgoals*).

Embora as etapas sejam apresentadas como sendo de aplicação sequencial, essa sequência não é rígida. Estando em qualquer etapa, pode-se retornar às etapas anteriores para detalhar mais as informações quando necessário. Além disso, algumas etapas podem ser feitas juntamente com outras, não é necessário que uma etapa esteja terminada para que outra seja iniciada. Assim, por exemplo, as etapas 2 e 3 podem ser feitas juntas, pois ao se estabelecer o escopo do sistema, a identificação dos problemas é feita naturalmente, já que esses problemas são componentes do modelo organizacional, que possuem ligações com outros elementos identificados na segunda etapa. Também se pode, a qualquer tempo, retornar à primeira etapa para detalhar algum modelo da organização caso o conhecimento apresentado no modelo seja insuficiente.

Ao se analisar a metodologia proposta à luz do mapa de estados EKD (Kavakli & Loucopoulos, 1999), nota-se que a rota seguida no mapa seria aquela mostrada na figura 5.2:

Figura 5.2: Rota a ser seguida no mapa EKD (Kavakli & Loucopoulos, 1999)

Os elementos organizacionais encontrados no Estado Como-Está juntamente com as necessidades de mudança identificadas no Estado de Mudança são materializadas em requisitos do novo sistema e, dessa forma, soluções são propostas através de modelos futuros

da organização (Estado A-Ser), nos quais encontra-se presente o novo sistema, segundo os requisitos propostos. Assim, diferentes conjuntos de requisitos, de acordo com diferentes soluções propostas para as mudanças necessárias, levam a diferentes modelos futuros para a organização.

Dentre os modelos possíveis, um deve ser escolhido de acordo com critérios estabelecidos em cada caso no Estado de Avaliação.

Na figura 5.3, apresenta-se a correspondência entre a metodologia proposta e a rota que é seguida por essa metodologia no mapa de estados EKD (figura 5.2). O Estado de Saída não é apresentado na figura, pois representa um estado posterior à sétima etapa.

Figura 5.3: Correspondência entre a metodologia proposta e a rota no mapa de estados EKD

Outro ponto importante a ser observado é que se procura enfatizar a orientação a objetivos, ou seja, na identificação dos requisitos seguindo-se as diretrizes propostas, deve-se manter

o foco nos objetivos da organização e nos objetivos do sistema. Toda solução que atenda aos objetivos e respeite as regras de negócio existentes é aceitável como uma alternativa a ser avaliada.

Dessa forma, mantém-se o universo de soluções aberto, de forma que paradigmas diferentes, que alteram consideravelmente a estrutura organizacional atual, mas representam soluções para a mudança por atenderem aos objetivos organizacionais e do sistema, podem também ser considerados, ao passo que se o processo se ativer à estrutura atual dos processos de negócio pode-se deixar de analisar possíveis alternativas de solução.

Cumpre, ainda, notar que, como nas demais abordagens de engenharia de requisitos orientadas a objetivos, a intenção é de se estabelecer um conjunto inicial de requisitos, que contenha os principais requisitos, responsáveis pelo estabelecimento da estrutura do sistema de uma forma geral. Depois de estabelecido esse conjunto inicial, pode-se utilizar outras abordagens para complementar o conjunto, fornecendo requisitos com um nível de detalhamento maior, mas que não alterem a estrutura do sistema, como, por exemplo, detalhes necessários em interfaces.

Quanto à mudança do Estado Nulo para o Estado Como-Está, é nessa transição que ocorre a modelagem do estado atual da organização. Não é objetivo desse trabalho estudar a fundo o processo de modelagem em si. Embora a modelagem organizacional faça parte integrante da metodologia proposta, o processo de engenharia de requisitos parte dos modelos da organização prontos e utiliza elementos desses modelos. Assim, considera-se, nesse trabalho, o processo de modelagem como sendo um processo à parte. Na metodologia EKD é apresentada a forma pela qual se deve proceder à modelagem, não fazendo parte do foco do trabalho.

5.3 Diretrizes para a elicitação de requisitos

Para a execução do processo de engenharia de requisitos, conforme a metodologia proposta, são apresentadas diretrizes a serem seguidas em cada uma das etapas. O objetivo do conjunto de diretrizes é guiar o processo de engenharia de requisitos de uma forma global, mostrando as atividades que podem ser realizadas para o cumprimento dos objetivos de cada etapa.

As diretrizes propostas para cada etapa são mostrada na tabela 5.1:

A seguir, são descritas as diretrizes propostas:

1. Identifique o processo de negócio central, dentro do modelo de processos de negócio, no qual o sistema irá atuar

O desenvolvimento de software para uso de uma organização pode ser visto como a produção de sistemas de suporte aos seus processos de negócio (Phalp, 1998).

Assim, um sistema, dentro de uma organização, sempre tem uma tarefa relacionada a algum processo de negócio. Mesmo que o escopo do novo sistema ainda esteja mal

Etapa	Diretriz	Descrição
2	1	Identificação do processo de negócio central
	2	Identificação de atores
	3	Identificação de objetivos organizacionais
	4	Identificação das regras de negócio
3	5	Identificação de problemas
4	6	Proposta de soluções
5	7	Elicitação de requisitos
6	8	Proposta de nova estrutura para os processos de negócio

Tabela 5.1: Diretrizes por etapa da metodologia proposta

definido, é possível identificar ao menos um processo de negócio no qual o sistema irá atuar. Esse processo é aquele a partir do qual identificou-se a necessidade de um sistema para realizar determinado trabalho, ou seja, é o processo de negócio central, do ponto de vista do sistema a ser desenvolvido.

Esse processo já deve ser conhecido, pois representa a própria origem da necessidade do sistema. Além disso, o processo de modelagem da organização deve ter sido centrado nesse processo e entidades a ele relacionadas, já que a modelagem organizacional deve focar a finalidade à qual o modelo é destinado (Vernadat, 1996). Dessa forma, esse processo pode ser facilmente identificado.

Cabe ressaltar que se pode identificar um conjunto de processos de negócio nos quais o sistema terá uma atuação principal, não é necessário que seja um único processo.

Então, o que se pretende nessa diretriz é encontrar os componentes do tipo **processo**, dentro do modelo de processos de negócio do EKD, que correspondem ao cerne da atuação do novo sistema.

2. Identifique os atores do modelo de Atores e Recursos relacionados ao processo de negócio identificado na primeira diretriz

Essa diretriz tem o propósito de identificar *stakeholders* relevantes, dentro da organização, em relação ao sistema que se pretende desenvolver. Eles representam fontes de requisitos para o sistema, pois é para eles que o sistema irá produzir informações ou executar determinada tarefa. Assim, sua participação no processo de engenharia de requisitos é um fator determinante para o sucesso desse processo (Damian, 1997).

A identificação dos *stakeholders* de um sistema é sempre uma tarefa crítica dentro do processo de engenharia de requisitos (Sharp et al., 1999). A falha na identificação de *stakeholders* relevantes pode levar à não identificação de alguns requisitos (relativos ao *stakeholder* não identificado), o que pode levar o sistema a possuir falhas graves. Dessa forma, devemos observar que o suporte fornecido pelos modelos da organização na tarefa de identificação dos *stakeholders* é bastante importante.

Assim, deve-se identificar os componentes do tipo **papéis**, dentro do Modelo de Atores e Recursos, que são responsáveis por ou executam os processos de negócio, do Modelo de Processos de Negócio, identificados na primeira diretriz. Os componentes dos tipos indivíduo, unidade organizacional e recursos não-humanos que executam os papéis identificados representam, normalmente, *stakeholders* para o sistema.

Também se pode identificar atores através dos **objetivos** encontrados na diretriz 3. Os **papéis** responsáveis pelos objetivos encontrados nessa diretriz também podem representar *stakeholders* para o sistema.

Além disso, deve-se analisar os relacionamentos dessas entidades com outras entidades do Modelo de Atores e Recursos a fim de se tentar encontrar outros *stakeholders* que, embora não estejam diretamente relacionados ao processo de negócio, possuem algum interesse no sistema. É o caso, por exemplo, de atores que dependam de outros, através do tipo de relacionamento **dependência operacional** desse modelo, para obter algum recurso ou realizar alguma tarefa. Outra situação possível é quando uma sub-unidade organizacional, ligada diretamente ao processo de negócio, faz parte de uma unidade organizacional maior, a qual seria um *stakeholder* do sistema.

3. Identifique os objetivos do processo de negócio onde o sistema irá atuar

Uma das atividades centrais na engenharia de requisitos é a identificação dos objetivos do sistema. A importância da identificação dos objetivos nos estágios iniciais da engenharia de requisitos tem sido mostrada em diversos trabalhos (Dardenne et al., 1993; Mylopoulos et al., 1999; Oshiro et al., 2003).

Não faz sentido o desenvolvimento de uma aplicação sem que possua algum objetivo. Assim, dada a necessidade de desenvolvimento de um sistema, os passos iniciais são a definição do problema para o qual uma solução de software deve ser projetada e a especificação dos objetivos do projeto (Sagheb-Tehrani & Ghazarian, 2002). A identificação de objetivos foca o engenheiro de requisitos no domínio do problema e nas necessidades dos stakeholders, em vez de focá-lo nas possíveis soluções para esses problemas (Nuseibeh & Easterbrook, 2000).

Os objetivos justificam e explicam a presença de requisitos do sistema. Assim, pode-se estabelecer uma ligação entre os requisitos e as necessidades a partir das quais foram originados.

No contexto de uma organização, a implantação de um sistema justifica-se tão somente se o sistema auxiliar um processo de negócio a realizar suas tarefas, ou seja, atingir seus objetivos. Portanto, os objetivos organizacionais relacionados aos processo de negócio podem ser considerados objetivos do sistema.

Cabe observar que, embora a utilização dos objetivos do sistema na engenharia de requisitos seja uma abordagem eficiente, a identificação desses objetivos é fundamental

para a eficácia desse tipo de abordagem. Assim, o papel exercido pela modelagem inicial da situação da empresa é fundamental, já que é nessa tarefa que os objetivos da organização são identificados.

Porém, nem todos os objetivos organizacionais são objetivos do novo sistema, mas apenas aqueles que estiverem dentro de seu escopo. A orientação que essa diretriz pretende fornecer é a identificação dos objetivos, dentro do modelo de objetivos da metodologia EKD, que se encontram na área de atuação do novo sistema.

Para se identificar esses objetivos, deve-se:

- Partindo-se das regras de negócio identificadas na quarta diretriz, encontrar os componentes do tipo **objetivo**, dentro do modelo de objetivos, que estão ligados às regras de negócio. As regras de negócio podem ser vistas como formas de se alcançar os objetivos organizacionais (Cysneiros et al., 1999). Assim, para todas as regras identificadas na quarta diretriz, deve-se identificar os objetivos de negócio relacionados às regras.
- Partindo-se dos atores encontrados na segunda diretriz, identificar os **objetivos** organizacionais relacionados a esses atores.
- Partindo-se dos processos de negócio identificados na primeira diretriz, identificar os **objetivos** ligados diretamente a eles.

Devem ser selecionados, também, os componentes do tipo **restrição** que estejam ligados aos objetivos identificados. Esses componentes apresentam características restritivas do negócio que devem ser respeitadas pelo sistema.

Deve-se notar que os objetivos aqui identificados são os objetivos organizacionais, buscados pela empresa. O sistema a ser desenvolvido, por fazer parte da organização, deverá buscar os mesmos objetivos. Porém, além desses objetivos, há também os objetivos específicos do sistema de informação, abordados na sexta diretriz.

4. Identifique as regras de negócio relevantes para o sistema

Regras de negócio representam normas que são seguidas dentro da organização. Para que um produto de software satisfaça as necessidades do cliente e atinja os objetivos desejados, as regras que governam o ambiente no qual se planeja que o produto de software opere devem ser respeitadas (Gottesdiener, 1999). Se o sistema deve respeitar essas regras, podemos dizer que as regras de negócio representam requisitos para o sistema.

Nem todas as regras de negócio da empresa são relevantes para o sistema. Assim como os objetivos, as regras que podem influir no sistema são apenas aquelas que se encontram dentro de seu escopo.

Deve-se identificar, para os processos identificados na primeira diretriz, as **regras de negócio** que se aplicam a esses processos.

Deve-se, também, selecionar as **regras de negócio** derivadas dos objetivos ligados diretamente aos processos de negócio, identificados na terceira diretriz.

Até aqui, as diretrizes estabelecidas preocuparam-se em extrair elementos dos modelos da organização que fazem parte da área de atuação do novo sistema. Em outras palavras, é feita a análise do domínio do sistema e estabelecido seu escopo de atuação. A identificação desses elementos, através da aplicação das diretrizes 1 a 4, demonstra o suporte que os modelos organizacionais oferecem para a análise de domínio, que é uma atividade principal dentro do processo de engenharia de requisitos (Zave, 1997).

A definição do escopo, outra atividade fundamental do processo, é freqüentemente vista como uma dificuldade (Saiedian & Dale, 2000). Com a definição do escopo dentro do modelo organizacional, o cliente consegue ter uma idéia melhor do impacto causado por decisões a respeito da atuação do sistema, o que facilita a tomada de decisões a esse respeito, considerando-se critérios do cliente, como custo-benefício.

Contudo, ainda não foram analisados os elementos que representam situações que a organização deseja mudar com o desenvolvimento do novo sistema. Isto será realizado nas diretrizes seguintes.

5. Identifique os problemas que devem ser solucionados pelo sistema

A implantação de um sistema dentro de uma organização corresponde, na verdade, a um processo de mudança organizacional, que existe para que a organização possa resolver problemas existentes. Assim, é fundamental a identificação desses problemas para que o novo sistema cumpra efetivamente seu papel.

Na metodologia EKD, problemas são modelados no Modelo de Objetivos. Nesse modelo, o tipo de componente **problema** aparece ligado a um objetivo através do tipo de relacionamento **prejudica**. Há também, o componente **causa**, que indica a causa de um problema.

Para se saber quais os problemas que devem ser abordados pelo sistema, deve-se partir dos objetivos identificados na terceira diretriz e encontrar os problemas relacionados a esses objetivos.

6. Proponha soluções para os problemas identificados

Os problemas identificados na quinta diretriz devem ser abordados pelo sistema. Assim, deve-se estabelecer objetivos e requisitos para o novo sistema que solucionem os problemas encontrados.

Aqui, não há uma fórmula para se definir esses objetivos e requisitos. Isso deve ser feito com base no conhecimento organizacional que os próprios modelos da organização fornecem.

Esses objetivos e requisitos do sistema são componentes dos tipos **Objetivo do Sistema de Informação** e **Requisito do Sistema de Informação**, do Modelo de Requisitos e Componentes Técnicos.

Deve-se notar que, nessa atividade de propor objetivos que solucionem os problemas, pode-se chegar a diferentes configurações de solução, podendo haver objetivos conflitantes. Todas as propostas devem ser consideradas. Será escolhida aquela que melhor atenda aos critérios estabelecidos no projeto.

Havendo características ou fatos no ambiente que possam prejudicar os objetivos estabelecidos para o sistema, esses devem ser documentados utilizando-se o componente **Problema do Sistema de Informação** do modelo.

7. Construa requisitos bem formados a partir do conjunto de informações disponível

Com a aplicação das diretrizes de 1 a 6, tem-se um conjunto de informações aplicáveis ao novo sistema, obtidas do conjunto de modelos da abordagem EKD. As diretrizes de 1 a 4 definem o escopo do sistema e as diretrizes 5 e 6 definem os objetivos específicos do sistema de informação. Para que essas informações possam ser bem utilizadas no desenvolvimento do sistema, devem ser organizadas na forma de requisitos que devem ser cumpridos. Os requisitos podem vir tanto dos elementos organizacionais presentes dentro do escopo quanto dos objetivos específicos do sistema.

Dentro desse conjunto de informações há ações que devem ser realizadas pelo sistema e ações que devem ser realizadas pelas pessoas e a distinção dessas ações deve estar clara para que se possa fazer uma especificação consistente do sistema. A classificação das ações ajuda a precisar as interfaces do sistema com outros elementos da organização. Para tanto, Zave (Zave & Jackson, 1997) apresenta definições que podem ser úteis na análise dos tipos de ações:

Uma ação pode ser “controlada pelo ambiente” ou “controlada pela máquina”, onde o termo máquina faz referência ao sistema a ser desenvolvido. Além disso, uma ação pode ser “compartilhada” ou “não compartilhada”. É compartilhada quando é visível tanto pela máquina quanto pelo ambiente e não compartilhada quando é visível apenas pelo ambiente e não pela máquina.

Claramente, uma ação não pode ser controlada pela máquina e não compartilhada. Assim, podemos ter três combinações de categorias de ações: controlada pelo ambiente/não compartilhada, controlada pelo ambiente/compartilhada e controlada pela máquina/compartilhada. Uma linguagem de requisitos deve ser capaz de expressar a qual categoria cada tipo de ação pertence. A importância dessa distinção é evidente: a máquina implementada deve executar as ações do tipo “controladas pela máquina” e não as ações controladas pelo ambiente. A máquina implementada também pode observar e fazer uso de seu conhecimento das ações compartilhadas enquanto as não compartilhadas estão fora de seu alcance.

Estando claro quais são as ações que devem ser realizadas pelo sistema, dentro de seu escopo de atuação, o conjunto de informações levantado deve ser transformado em requisitos bem formados, ou seja, deve-se buscar as capacidades, condições e restrições (IEEE STD 1233, 1996) para montar os requisitos. Esses elementos devem ser encontrados entre os objetivos e regras de negócio identificados como relevantes e os objetivos do sistema de informação. O fato de o conjunto de informações (objetivos e regras de negócio) estar interligado facilita a identificação das condições e restrições relativas a alguma capacidade, pois, se uma condição ou restrição é aplicável a alguma capacidade, essa condição ou restrição deve possuir algum tipo de relacionamento com a capacidade, em termos de elementos componentes dos modelos EKD.

Caso os elementos possuam um nível de abstração mais elevado, de forma que não possam ser transformados em requisitos diretamente, é necessário decompor esses elementos até que possam ser transformados em requisitos.

8. Desenvolva a nova estrutura dos processos de negócio

O sistema a ser desenvolvido, conforme os requisitos elicitados, executará tarefas dentro da organização e irá interagir com outras entidades da mesma. Assim, a estrutura dos processos de negócio deve ser alterada para refletir essa nova realidade, ou seja, a forma como o trabalho estará organizado com a implantação do novo sistema.

Se houver diferentes propostas para o sistema, conforme tenham sido priorizados ou decompostos os objetivos e regras de negócio, ou tenham sido propostas diferentes soluções para os problemas existentes, deve-se desenvolver novas estruturas dos processos de negócio, cada uma adaptada para cada proposta do sistema que será considerada para escolha.

Pode-se notar, então, que a modelagem das possíveis situações futuras da empresa auxilia nas atividades de negociação e acordos (van Lamsweerde, 2000), pois facilita a visualização do funcionamento da organização de acordo com as escolhas feitas para o sistema.

Um ponto importante a ser observado é que essas diretrizes procuram seguir uma abordagem orientada a objetivos. Assim, as diretrizes apóiam-se nos objetivos e regras de negócio, utilizando os processos de negócio apenas para estabelecer o escopo inicial do sistema. Isso permite que a especificação do sistema seja concentrada nos objetivos que o sistema deve alcançar, independentemente da estrutura existente dos processos de negócio. Essa estrutura pode ser alterada, desde que os objetivos e regras de negócio sejam respeitados. Em outras palavras, a implantação de um sistema é um processo de mudança organizacional que implica em mudanças nos sistemas, na estrutura organizacional e na forma de trabalho. Essas três facetas (Michelis et al., 1998) não podem ser consideradas de forma independente.

Outro fator, fundamental, é que embora a elicitação de requisitos feita segundo as orientações das diretrizes apresentadas permita uma visão muito boa do papel que o sistema

deverá exercer dentro da organização, tornando o processo eficaz, o sucesso dessa abordagem depende fundamentalmente de uma modelagem organizacional bem feita. Se, no processo de modelagem organizacional, grupos de objetivos ou regras de negócio importantes deixarem de ser modelados, esses elementos não serão identificados na abordagem proposta, o que poderá levar o sistema a não cumprir devidamente o seu papel, ou mesmo ao seu fracasso.

Outra forma de suporte que pode ser dada pelos modelos da organização ao processo de Engenharia de Requisitos refere-se à comunicação entre clientes e desenvolvedores. O modelo da organização é uma representação do domínio no qual o software irá operar, que facilita a comunicação entre *stakeholders* e engenheiros de requisitos (Leonardi & Leite, 2002). Tomando como base os modelos da organização, clientes e desenvolvedores podem discutir problemas e tomar decisões a respeito do novo sistema. Em relação ao desenvolvedor, os modelos da organização auxiliam a suprir a falta de conhecimento do negócio do cliente. Quanto ao cliente, os modelos permitem uma melhor visualização da atuação do sistema dentro da organização, principalmente através dos modelos da situação futura. Assim, os modelos da organização representam um meio efetivo de comunicação entre clientes e desenvolvedores, que é uma das áreas mais problemáticas da engenharia de requisitos (Coughlan et al., 2003; Saiedian & Dale, 2000).

5.4 Considerações Finais

A metodologia proposta define uma estratégia para a utilização dos modelos organizacionais no processo de engenharia de requisitos e as diretrizes determinam como essa estratégia é implementada.

Existem outras metodologias que têm esse mesmo propósito, fazendo uso de outros tipos de modelagem organizacional. A metodologia ORDIT (Dobson et al., 1992), por exemplo, utiliza um método de modelagem próprio, a fim de identificar responsabilidades organizacionais, a partir das quais efetua a formação de requisitos (Dobson & Strens, 1994; Strens & Chudge, 1998). Essa metodologia baseia-se na modelagem de responsabilidades, e não em objetivos, como a metodologia proposta. Santander e Castro (Santander & Castro, 2002) optam pela modelagem organizacional através da metodologia *i** para derivar use cases em UML. Demirörs (Demirörs et al., 2003) utiliza a modelagem de processos de negócio para elicitar requisitos. A metodologia proposta também utiliza processos de negócio, porém não para elicitar requisitos, mas para identificar objetivos e regras organizacionais, a partir dos quais os requisitos são elicitados.

Através da aplicação das diretrizes, observa-se que os modelos organizacionais podem oferecer um significativo suporte ao processo de engenharia de requisitos, pois as principais atividades desse processo, como análise do domínio, definição do escopo e elicitação de requisitos podem ser realizadas com base nos modelos.

Com isso, a metodologia juntamente com as diretrizes constituem um recurso que permite a integração dos modelos organizacionais ao processo de engenharia de requisitos.

Estudo de caso

6.1 Considerações Iniciais

Este estudo de caso foi desenvolvido no âmbito da Delegacia Regional Tributária de Araraquara, da Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo.

O objetivo do estudo de caso é aplicar a metodologia proposta neste trabalho para especificar um sistema para o gerenciamento das ausências de funcionários devido a férias, licenças ou outros fatores, e da respectiva substituição desses funcionários, no período em que estão ausentes, caso seja necessário.

6.2 Descrição geral da situação atual

Há, basicamente, dois tipos de funcionários que trabalham na delegacia: os que executam funções externas (normalmente chamados de “externos”) e os que executam funções internas (normalmente chamados de “internos”).

Os externos são organizados em equipes de fiscalização e executam tarefas relativas à fiscalização de empresas da região. De uma forma geral, visitam as empresas e verificam a regularidade fiscal de suas operações.

Os internos trabalham nas diversas unidades administrativas da delegacia e seu trabalho refere-se ao andamento dos processos na secretaria (processos relativos a autos de infração, cobrança e pagamento de tributos, etc.).

A cada ano, cada funcionário tem direito a 30 dias de férias, que podem ser usufruídos num único período ou em dois períodos de 15 dias. Assim, ao final de cada ano, os chefes

das unidades devem elaborar uma escala de férias dos funcionários de sua unidade para o ano seguinte. Na elaboração dessa escala, deve-se considerar os cursos eventualmente programados para o ano seguinte e as previsões de licença que serão tiradas pelos funcionários da unidade. Assim, são elaboradas duas escalas: a de férias e a de licenças.

A escala de férias é formal, sendo que os períodos informados na escala são fixos e existe um procedimento para se alterar esses períodos, caso seja necessário. Já a escala de licenças é informal, constituindo-se apenas numa previsão. O funcionário que for tirar licença faz a solicitação no período em for usufruir a mesma, ainda que esse período seja diferente daquele informado na escala. Assim, para amenizar os problemas decorrentes de solicitações de licenças, relativos à necessidade de substituição do respectivo funcionário, elabora-se, juntamente com a escala de férias, a escala de licenças para o ano seguinte. Porém, nada impede que o funcionário solicite uma licença, desde que tenha direito à mesma, fora do prazo previsto na escala.

Existem funções internas que precisam de substituição, ou seja, quando o funcionário ocupante da função está em férias, ou em licença, ou ausente por qualquer outro motivo, é necessário que outro funcionário o substitua na função. São funções dessa natureza, por exemplo, todas as funções de chefia de unidade e a de delegado. Existem, também, funções que não precisam de substituição. Nesses casos, a unidade fica sem um ocupante para a função enquanto o funcionário está ausente.

O funcionário substituto pode ser tanto interno quanto externo. Porém, na maioria das vezes é externo, pois para substituir um funcionário interno por outro também interno, outra função (a do funcionário substituto) ficaria desocupada. Dessa forma, todas as substituições nos postos fiscais são feitas por funcionários externos, ou em alguns casos, por um funcionário interno do próprio posto. Já nas outras unidades, a substituição varia. No Núcleo de Informações, por exemplo, na ausência do chefe, um dos assistentes passa a substituir o chefe e a unidade fica com um funcionário a menos. No Gabinete do delegado, a substituição de um assistente é feita, normalmente, por um funcionário externo.

Então, dada essa demanda por substituições, esse fator deve ser considerado na elaboração das escalas de férias das equipes. Além da necessidade de se manter um número mínimo de funcionários na equipe para o andamento dos trabalhos, é necessário haver funcionários nas equipes para substituir as funções internas. Como a maior demanda por substituições é originada dos postos fiscais, as escalas de férias e licenças das equipes são elaboradas pelo trabalho em conjunto do Inspetor de Postos Fiscais, que é responsável por coordenar e inspecionar o trabalho dos postos fiscais, e dos Inspetores de Equipes, que são responsáveis pela coordenação dos trabalhos das equipes, com a participação dos membros das equipes, obviamente.

Há, ainda, outra peculiaridade no que se refere às equipes, devido a um fator histórico: antes as equipes eram coordenadas pelo chefe do posto fiscal. Após uma reestruturação na Secretaria, as equipes passaram a ser coordenadas pelo Inspetor de Equipes. Porém, em

termos legais os externos continuam subordinados ao Posto Fiscal. Assim, as escalas de férias das equipes devem ser assinadas pelo chefe do posto fiscal de Araraquara.

Quanto à aprovação das escalas de férias, esta é feita automaticamente pelo chefe da unidade, responsável pela elaboração das escalas. Porém, o delegado pode avocar para si a aprovação das escalas. Nesse caso, os chefes das unidades elaboram as escalas e enviam ao gabinete, onde são aprovadas pelo delegado.

No caso de pedido de alteração de férias, o procedimento é similar ao de elaboração das escalas de férias. Caso seja de um funcionário interno, o superior hierárquico é responsável pela aprovação da alteração. No caso de as escalas estarem submetidas à aprovação do delegado naquele ano, é o delegado que deve aprovar ou não um pedido de alteração de férias.

No caso das equipes, o ofício de alteração deve conter a concordância do inspetor de equipes. O responsável pela aprovação da alteração é o chefe do Posto Fiscal de Araraquara, ou o delegado, caso as alterações de férias estejam sujeitas à sua aprovação.

Quando o delegado optar por aprovar as escalas de férias e alterações em algum ano, determina que todas as escalas de férias sejam aglutinadas numa única planilha, que usa para fazer consultas para escolher funcionários substitutos para as funções internas ou para tomar decisões sobre alterações de férias solicitadas. A cada alteração de férias aprovada, essa planilha deve ser atualizada. Isso gera um problema, pois essas alterações não são atualizadas na planilha imediatamente, pois dependem de serem enviadas ao funcionário responsável por essa tarefa e também da disponibilidade do funcionário. Com isso, frequentemente o delegado não tem informações atualizadas para tomar decisões.

Todo esse processo é regulado anualmente. Assim, no final de cada ano, o delegado emite um memorando circular contendo as instruções para a elaboração das escalas de férias e alterações posteriores para o ano seguinte. Assim, os procedimentos sofrem algumas mudanças a cada ano.

6.3 Aplicação da metodologia proposta

6.3.1 Etapa 1: Modelar o estado atual da organização

Os procedimentos da organização referentes ao gerenciamento de férias e licenças foram modelados. Assim, desenvolveu-se o modelo processos de negócio (figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6), o modelo de objetivos (figuras 6.7 e 6.8), o modelo de regras de negócio (figura 6.9) e o modelo de atores e recursos (figuras 6.10 e 6.11).

Mostram-se, também, as interações entre os modelos, indicando quais atores da organização executam os processos de negócio (figuras 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 e 6.12), quais atores são responsáveis pelos objetivos da organização (figura 6.13), quais regras de negócio aplicam-se

aos processos (figura 6.12) e como os objetivos da organização relacionam-se com as regras de negócio (figura 6.9).

6.3.2 Etapa 2: Definir o escopo do sistema

Diretriz 1

O processo de negócio da organização no qual o sistema deve atuar é o processo de gerenciamento de férias e outras ausências dos funcionários. Esse processo está detalhado nos modelos da organização apresentados, sendo que os processos componentes desse processo maior, selecionados nessa etapa, são os seguintes:

- *Processo 1.3*: Preencher escalas
- *Processo 1.4*: Aprovar Escala da Unidade Subordinada
- *Processo 2.3*: Preencher escalas
- *Processo 3*: Planejar substituições de funções internas
- *Processo 4*: Enviar ao gabinete
- *Processo 5*: Analisar escala de férias
- *Processo 6*: Enviar escala aprovada à unidade
- *Processo 7*: Arquivar Escala de Férias no gabinete
- *Processo 9*: Arquivar escala de férias na unidade
- *Processo 10*: Afixar escala de férias na unidade
- *Processo 11*: Analisar pedido/necessidade de alteração - f. interna
- *Processo 12*: Analisar pedido/necessidade de alteração-equipes
- *Processo 13*: Refazer escala de férias
- *Processo 14*: Atualizar planilha de ausências

Os processos de negócio 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2 referem-se à negociação com os funcionários para a definição dos períodos de férias. Esse aspecto não será abordado pelo sistema. Assim, esses processos não foram incluídos no escopo do sistema.

Figura 6.1: Modelo de Processos

Figura 6.3: Modelo de Processos

Figura 6.4: Modelo de Processos

Figura 6.5: Modelo de Processos

Figura 6.6: Modelo de Processos

Figura 6.7: Modelo de Objetivos

Figura 6.8: Modelo de Objetivos

Figura 6.9: Modelo de Regras de Negócio

Figura 6.10: Modelo de Atores e Recursos

Figura 6.11: Modelo de Atores e Recursos

Figura 6.12: Relacionamentos entre o Modelo de Processos e os Modelos de Regras de Negócio e de Atores e Recursos

Figura 6.13: Relacionamentos entre o Modelo de Objetivos e o Modelo de Atores e Recursos

Diretriz 2

Os stakeholders encontrados para o sistema são:

- Chefe
- Dirigente
- Assistente
- Delegado
- Inspetor de Postos
- Inspetor de Equipes

Diretriz 3

Os objetivos organizacionais dentro do escopo de atuação do sistema são:

- *Objetivo 1.1:* Atribuir férias anuais ao funcionário
- *Objetivo 2:* Proporcionar condições para o andamento dos trabalhos em função de ausências dos funcionários
- *Objetivo 3.1:* Planejar o escalonamento de férias
- *Objetivo 3.2:* Planejar o escalonamento de licenças
- *Objetivo 4:* Substituir funcionários em caso de ausências não planejadas
- *Objetivo 6:* Manter o planejamento das substituições necessárias
- *Objetivo 6.1:* Planejar as substituições no início de cada ano
- *Objetivo 6.2:* Replanejar substituições quando houver alterações no escalonamento de ausências
- *Objetivo 7:* Ter conhecimento das funções críticas da delegacia
- *Objetivo 8:* Manter o controle sobre o escalonamento de ausências de todas as unidades
- *Objetivo 9:* Manter as funções críticas sempre preenchidas
- *Objetivo 10:* Substituir funcionários em férias, licenças ou outros tipos de ausência
- *Objetivo 11:* Disponibilizar as escalas de férias para consulta dos funcionários
- *Objetivo 12:* Permitir alterações de férias apenas quando não prejudicar o serviço

- *Objetivo 13:* Distribuir a carga de substituições de funções internas de forma justa entre os membros das equipes

As restrições dentro do escopo de atuação do sistema são:

- *Restrição 1:* O funcionário tem direito a 30 dias de férias por ano
- *Restrição 2:* O período de férias será de 20 dias no caso de haver mais de 10 faltas no ano anterior
- *Restrição 3:* O funcionário pode gozar de férias de uma só vez ou em 2 períodos iguais
- *Restrição 4:* O funcionário somente poderá tirar férias após um ano de trabalho
- *Restrição 5:* As férias devem ser distribuídas de modo que 1/12 do número de funcionários classificados em cada unidade possa ter férias em cada mês

Diretriz 4

As regras de negócio encontradas são as seguintes:

- *Regra 1:* As escalas de férias devem ser elaboradas pelos chefes das unidades
- *Regra 2:* A escala de férias deve conter todos os funcionários da unidade ou equipe
- *Regra 3:* As escalas de férias devem ser afixadas em local visível ao público interno
- *Regra 4:* As funções de chefia devem estar sempre preenchidas
- *Regra 5:* Solicitações de alteração de férias devem ser decididas pelo superior hierárquico do funcionário envolvido ou pelo delegado, com manifestação do superior hierárquico
- *Regra 6:* A efetivação de alterações de férias deve ser feita através de ofício contendo justificativa e/ou decisão ou manifestação da chefia da unidade
- *Regra 7:* O delegado pode avocar para si a aprovação das escalas de férias
- *Regra 8:* As escalas de férias de todas as unidades devem ser enviadas ao gabinete
- *Regra 9:* As escalas de férias podem ser modificadas pelos dirigentes das unidades em função do interesse do serviço
- *Regra 12:* As escalas de licença devem ser enviadas ao gabinete juntamente com as de férias
- *Regra 13:* O ofício de alteração de férias de membro de equipe deve conter a concordância do inspetor da equipe

- *Regra 14:* As escalas de férias devem ser feitas utilizando um modelo disponível na rede
- *Regra 15:* Escala de férias de unidade subordinada deve ser visada pela unidade à qual está subordinada
- *Regra 16:* Quando um funcionário ocupante de uma função interna crítica estiver ausente, a função deve ser ocupada por outro(s) funcionário(s)
- *Regra 17:* As escalas de férias das equipes são de responsabilidade do Posto Fiscal de Araraquara
- *Regra 18:* O funcionário substituto pode ser ocupante de função interna ou membro de equipe
- *Regra 19:* As funções substituídas dos postos fiscais são sempre ocupadas por membros das equipes
- *Regra 20:* As escalas de férias das equipes podem ser modificadas em virtude da necessidade de substituições de funções internas
- *Regra 21:* As escalas de férias das equipes devem ser elaboradas considerando as substituições a serem atendidas pelos membros das equipes
- *Regra 22:* As escalas de férias das equipes devem ser elaboradas sob coordenação conjunta dos inspetores do núcleo de fiscalização e do inspetor de postos fiscais
- *Regra 23:* Todas as escalas devem ser englobadas numa planilha para dar suporte às decisões do delegado

6.3.3 Etapa 3: Identificar problemas e deficiências que precisam ser abordados pelo novo sistema

Diretriz 5

Os problemas relacionados aos objetivos identificados na segunda etapa, e que devem ser abordados pelo sistema são:

- *Problema 1:* As escalas de férias e licenças de funcionários internos nem sempre estão disponíveis antes da elaboração das escalas de funcionários externos
Causa: Os prazos para elaboração das escalas são os mesmos para todos os funcionários
- *Problema 2:* O replanejamento das substituições raramente é feito quando há uma alteração na escala de férias, causando a necessidade de substituições imediatas
Causa: A comunicação de necessidades de substituição não é eficiente

- *Problema 5:* As escalas de férias frequentemente estão desatualizadas
Causa: Os controles são manuais e o envio de informações demorado
- *Problema 6:* Existem diferentes padrões de encaminhamento conforme a origem da escala de férias
- *Problema 7:* A cada ano ocorrem mudanças na sistemática estabelecida para o gerenciamento das férias e licenças

O Problema 3, embora tenha sido identificado pela aplicação da diretriz 5, não se encontra dentro do escopo de atuação do sistema. Esse problema refere-se à negociação dos períodos de férias com os funcionários e essa tarefa foi deixada fora do escopo de atuação do sistema.

6.3.4 Etapa 4: Propor soluções alternativas de sistema para os problemas e deficiências identificados

Nesta etapa, são propostas soluções para os problemas identificados, pela aplicação da diretriz 6, e é traçada a estrutura básica do sistema.

Diretriz 6

Em busca de soluções para os problemas identificados na terceira etapa, são propostos os seguintes objetivos para o Sistema de Informação:

- *OSI 1:* Os prazos para entrega de escalas de férias e licenças devem ser diferentes para as unidades administrativas e para as equipes, sendo que o prazo de entrega para as equipes deve correr depois de vencido o prazo de entrega das unidades
- *OSI 2:* O planejamento das substituições deve estar sempre atualizado
- *OSI 3:* O sistema deve fornecer sempre a situação atualizada das escalas de férias e licenças
- *OSI 4:* O sistema deve permitir que sejam estabelecidos diferentes encaminhamentos para as escalas

Deve-se notar que a solução proposta no *OS 1* não é sistêmica, mas organizacional. Para que esse objetivo seja cumprido, deve-se estruturar o processo de negócio de forma que os prazos de entrega das escalas sejam adequados ao *OS 1*.

Analisando-se os objetivos e regras de negócio, nota-se que as entidades principais a serem tratadas pelo sistema são as escalas, as necessidades de substituição geradas por essas escalas e o planejamento dessas substituições.

Dependendo do tipo e da origem da escala, ela tem encaminhamentos diferentes, nos quais são executadas ações. Essas ações podem ser agrupadas em algumas categorias:

- Elaborar escala
- Concordar com escala
- Aprovar escala

O sistema deve ser flexível o suficiente para permitir que sejam executados diferentes conjuntos de ações, dependendo da escala em questão (*OS 4*). Para atender a essa necessidade, ao se efetuar a criação de uma escala no sistema, deve-se informar qual a seqüência de ações pelas quais a escala deve passar.

Da mesma forma, o conjunto de ações realizado para se alterar uma escala depende também da origem da escala. Assim, quando efetuada a criação de uma escala no sistema, deve-se, também, cadastrar o conjunto de ações que deve ser realizado para se alterar a escala.

O sistema deve controlar as ações realizadas sobre as escalas. Assim, após a criação da escala, o sistema deve avisar o responsável pela primeira ação para que a efetue. Efetuada a primeira ação, o sistema deve avisar o responsável pela segunda ação e assim por diante, até que seja executada a última ação. Após isso, a escala está pronta e novas ações somente são realizadas através do procedimento de alteração.

Analisando-se o objetivo 10, apoiado pelos objetivos 6 e 4, notamos que há duas preocupações distintas por parte da organização, no que tange à substituição de funcionários. Uma é a substituição planejada, feita com base nas escalas de férias e licenças dos funcionários. A outra se refere às substituições não planejadas, que ocorrem, por exemplo, quando um funcionário falta do trabalho por motivo de doença. Esse tipo imprevisto pode ocorrer no dia em que a substituição deve ser efetuada, como no exemplo acima, ou pode ser conhecido com alguma antecedência. Exemplo: O funcionário decide aposentar-se ou decide exonerar-se.

Nesses casos relativos a fatos imprevistos, pode-se optar por cadastrar uma necessidade de substituição no sistema ou efetuar a substituição sem que isso fique registrado no sistema. Como o controle de freqüência dos funcionários não faz parte do escopo do sistema, não é necessário que ele contenha todos esses fatos.

No entanto, o sistema deve fornecer a possibilidade de se efetuar esse “planejamento de última hora”, deixando a cargo da organização a decisão quanto ao uso desse recurso. Ele poderia ser útil, por exemplo, no caso de uma aposentadoria. Poder-se-ia cadastrar uma necessidade de substituição da função vaga e planejar quais funcionários iriam realizar a substituição em quais períodos até que fosse selecionado outro ocupante da função em caráter definitivo.

Para que sejam efetuadas as ações (cadastro de escalas, de substituições, etc.), deve haver o cadastro dos funcionários no sistema. Além disso, essas ações serão executadas por funcionários ocupantes de determinadas funções. Assim, surgem duas abordagens que podem ser escolhidas:

1. Cadastro dos funcionários e das funções. Nesse caso, as ações realizadas no sistema são atribuídas a funções e executadas pelos funcionários ocupantes das funções.
2. Cadastro apenas dos funcionários. Nesse caso, as ações são atribuídas diretamente ao funcionário cadastrado no sistema.

Embora a segunda opção simplifique um pouco os cadastros a serem realizados, quando houver a mudança do funcionário ocupante de determinada função, todas as ações realizadas pelo ocupante daquela função teriam que ser atualizadas, para que o novo ocupante passasse a realizá-las. Já na primeira opção, basta que se faça uma alteração no sistema, ou seja, a informação do novo ocupante da função. Assim, a melhor opção para a organização é a primeira.

6.3.5 Etapa 5: Elicitar requisitos para o novo sistema

Diretriz 7

Tomando como base os elementos organizacionais selecionados na segunda etapa, os objetivos e a descrição geral do sistema de informação da quarta etapa, pode-se elicitar os requisitos seguintes.

Apresenta-se, também, para cada requisito, quais os elementos que motivaram o estabelecimento de respectivo requisito.

Requisito 1

Fontes de Informações: Regra 2 e Restrição 4

Capacidade: O sistema deve permitir o cadastro de funcionários

Condições:

- O cadastro deve conter o nome do funcionário e a respectiva data de admissão.

Requisito 2

Fontes de Informações: Regra 2

Capacidade: O sistema deve permitir o cadastro de unidades administrativas

Requisito 3

Fontes de Informações: Regra 2

Capacidade: O sistema deve permitir o cadastro de equipes

Requisito 4

Fontes de Informações: Regra 2

Capacidade: O sistema deve permitir a vinculação de funcionário a unidade administrativa ou a equipe

Condições:

- Cada funcionário só pode estar vinculado a uma unidade administrativa ou a uma equipe

Requisito 5

Fontes de Informações: Objetivo 7, Objetivo 9, Regra 4

Capacidade: O sistema deve permitir o cadastro de funções dentro da organização

Condições:

- Cada função deve estar vinculada a uma unidade administrativa
- O cadastro deve indicar se a função deve estar sempre preenchida ou não

Requisito 6

Fontes de Informações: Objetivo 7, Objetivo 9

Capacidade: O sistema deve permitir a vinculação de funcionário a função

Condições:

- Somente um funcionário vinculado à mesma unidade administrativa a que a função é vinculada pode ser vinculado à função
- Somente um funcionário pode ser vinculado a uma função
- Não pode haver mais de uma função atribuída a um mesmo funcionário

Requisito 7

Fontes de Informações: Regra 1, Objetivo 3.1, Objetivo 3.2

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Cadastrar Escala

Condições:

- Para cada funcionário, a escala deve conter o nome, o(s) dia(s) de início e o(s) respectivo(s) período(s)
- Cada escala deve abranger exatamente um exercício
- Essa ação deve ser executada apenas por ocupante de função cadastrada
- Essa ação pode ser executada apenas quando solicitada pelo sistema

Requisito 8

Fontes de Informações: Regra 15

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Concordar com Escala

Condições:

- Deve haver espaço para o funcionário colocar alguma observação pertinente
- Essa ação deve ser executada apenas por ocupante de função cadastrada
- Essa ação pode ser executada apenas quando solicitada pelo sistema

Requisito 9

Fontes de Informações: Regra 2, Regra 7, Restrição 1, Restrição 2, Restrição 3, Restrição 4

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Aprovar Escala de Férias

Condições:

- Deve haver espaço para o funcionário colocar alguma observação pertinente
- Essa ação deve ser executada apenas por ocupante de função cadastrada
- Essa ação pode ser executada apenas quando solicitada pelo sistema
- A escala somente pode ser aprovada se cada funcionário tiver apenas um período de férias ou dois períodos iguais
- A escala somente pode ser aprovada se todos os funcionários tiverem pelo menos um ano de trabalho
- Caso algum funcionário tenha um total de dias de férias diferente de 30, o sistema deve emitir um aviso para verificação da ocorrência
- Caso haja algum funcionário da unidade fora da escala, o sistema deve emitir um aviso para verificação da ocorrência

Requisito 10

Fontes de Informações: Regra 6, Regra 9, Regra 20

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Solicitar Alteração de Escala

Condições:

- O usuário deve indicar o(s) período(s) que deseja alterar e a(s) nova(s) data(s) de início

Requisito 11

Fontes de Informações: Regra 5, Regra 6, Regra 13

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Concordar com Alteração de Escala

Condições:

- Deve haver espaço para o usuário colocar alguma observação pertinente

Requisito 12

Fontes de Informações: Regra 5, Objetivo 12

Capacidade: O sistema deve permitir que seja executada a ação Aprovar Alteração de Escala

Condições:

- O usuário deve poder visualizar a alteração na escala em forma de gráfico de Gantt

Requisito 13

Fontes de Informações: OSI 2, OSI 4, Regra 21

Capacidade: O sistema deve permitir a criação de escala

Condições:

- Deve-se indicar a que unidade administrativa ou equipe a escala se refere
- Deve-se indicar a sequência de ações que devem ser realizadas para a escala
- A primeira ação de uma escala é sempre seu cadastro
- Deve-se indicar a sequência de ações que devem ser realizadas para alterar a escala
- O sistema não deve permitir a criação de escala de equipe sem que todas as necessidades de substituição estejam planejadas

Requisito 14

Fontes de Informações: OSI 4

Capacidade: O sistema deve avisar o responsável por e-mail que ele deve executar uma ação no sistema

Requisito 15

Fontes de Informações: OSI 4

Capacidade: O sistema deve permitir o andamento de uma escala após realizada uma ação

Condições:

- Se o resultado da ação for positivo, o sistema deve passar para a próxima ação, caso exista
- Se o resultado da ação for negativo, o sistema deve passar para a ação anterior
- O resultado da primeira ação sempre deve ser positivo
- Após a última ação (com resultado positivo) encerra-se a sequência de ações de uma escala e novas ações somente podem ser realizadas através de uma alteração

Requisito 16

Fontes de Informações: Regra 3, Regra 14

Capacidade: sistema deve permitir a impressão da escala de férias

Condições:

- A escala deve ser impressa no padrão utilizado pela delegacia ou na forma de gráfico de Gantt

Requisito 17

Fontes de Informações: Regra 8, Regra 23, Objetivo 8, Objetivo 11, OSI 3

Capacidade: sistema deve permitir a consulta de qualquer escala

Condições:

- A consulta deve apresentar o ponto em que a escala se encontra na respectiva sequência de ações
- Deve haver a opção de visualização da escala na forma de planilha (padrão utilizada pela delegacia) em na forma de gráfico de Gantt

Requisito 18

Fontes de Informações: Objetivo 4

Capacidade: O sistema deve permitir o cadastro de ausências não planejadas

Condições:

- A ausência não planejada deve ser tratada pelo sistema como uma escala de apenas um funcionário

Requisito 19

Fontes de Informações: Regra 16, Objetivo 6, Objetivo 10

Capacidade: O sistema deve gerar necessidades de substituição

Condições:

- As necessidades devem ser geradas com base nas funções que devem estar sempre preenchidas e nas escalas dessas funções
- Essa operação deve ser realizada automaticamente quando for efetuada a última ação da sequência de ações de uma escala

Requisito 20

Fontes de Informações: Objetivo 6, Objetivo 6.2, Regra 9

Capacidade: Quando uma origem de necessidade de substituição deixar de existir, a respectiva necessidade deve ser eliminada

Requisito 21

Fontes de Informações: Regra 16, Regra 18, Regra 19, Objetivo 4, Objetivo 6, Objetivo 6.1, Objetivo 10

Capacidade: O sistema deve permitir o planejamento da substituição de uma necessidade de substituição

Condições:

- Deve-se informar o(s) funcionário(s) substituto(s) e o(s) respectivo(s) período(s) em que irão realizar a substituição da função
- Para cada funcionário substituto, o sistema deve gerar outra necessidade de substituição, se for o caso, para o período em que irá substituir
- O usuário deve poder optar por planejar uma necessidade de substituição como sendo indefinida.

Requisito 22

Fontes de Informações: Objetivo 6, Objetivo 6.2, Regra 9

Capacidade: Quando uma necessidade de substituição deixar de existir, o respectivo planejamento deve ser eliminado

Requisito 23

Fontes de Informações: Regra 16

Capacidade: O sistema não deve permitir que um funcionário esteja, num mesmo dia, em mais de uma escala ou em uma escala e substituindo

Requisito 24

Fontes de Informações: Objetivo 10

Capacidade: sistema deve permitir o cadastro de necessidade de substituição

Condições:

- Esse recurso deve ser válido para períodos registrados em escala de funções que não estão cadastradas como devendo estar sempre preenchidas

Requisito 25

Fontes de Informações: Objetivo 13

Capacidade: O sistema deve informar o número de dias de substituição de cada funcionário

Condições:

- A informação deve ser dada com base em um período (data inicial e data final) fornecido pelo usuário

6.3.6 Etapa 6: Propor novas configurações da estrutura organizacional, de acordo com as soluções propostas nas etapas anteriores

Diretriz 8

Determinada a atuação do sistema de acordo com os requisitos elicitados na etapa 5, pode-se elaborar a nova configuração dos processos de negócio da organização, já com o sistema presente. A figura 6.14 apresenta essa configuração. Pode-se avaliar as interfaces do sistema com os usuários na organização através da troca de informações entre o sistema e os processos de negócio.

6.3.7 Etapa 7: Selecionar a solução de sistema/configuração organizacional que melhor atenda às necessidades da organização

Foi apresentada, na etapa anterior, a única opção desenvolvida para o sistema. Assim, não há, nesse momento uma escolha a ser feita.

Deve-se notar, contudo, que as decisões tomadas durante o processo todo representam a seleção da opção determinada pela presente diretriz. Assim, pode-se dizer que essa diretriz foi aplicada ao longo do processo, entre as etapas 2 e 5.

6.4 Considerações Finais

Inicialmente, planejava-se desenvolver um sistema apenas para o cadastro das escalas de férias e que automatizasse o processo de solicitação de alteração de férias. Assim, o problema que estava sendo abordado era aquele identificado, na modelagem organizacional, como Problema 5. O objetivo desse sistema seria, basicamente, fornecer informações atualizadas ao delegado para a tomada de decisões.

Figura 6.14: Modelo de processos da organização após a implantação do sistema

Com a modelagem organizacional pôde-se enxergar os processos, objetivos e regras de negócio de forma muito mais ampla, aumentando de forma considerável o entendimento do contexto de atuação do sistema. Foi possível a identificação não apenas de outros problemas, mas também outras deficiências pontuais da organização que poderiam ser abordadas pelo sistema.

Com isso foi possível a especificação de um sistema muito mais completo e cuja complexidade não é muito maior que a complexidade daquele sistema pretendido inicialmente. Assim, se for tomado como parâmetro o benefício do sistema relativamente ao custo de desenvolvimento, o sistema especificado através do uso da modelagem organizacional é consideravelmente vantajoso.

Assim, a aplicação da metodologia proposta teve os resultados esperados, ou seja, possibilitou a especificação de um sistema que resolve os problemas identificados e auxilia a organização a atingir seus objetivos. Além do problema previamente conhecido (Problema 5), e que motivou a especificação do sistema, a aplicação da metodologia permitiu a identificação de outros problemas, que foram abordados pela solução proposta.

Deve-se notar, também, que um dos problemas identificados (Problema 1) foi solucionado através do estabelecimento do OSI 1, que representa, na verdade, uma regra de negócio. Esse fato exemplifica a interação existente entre a faceta organizacional e a de sistemas numa organização.

Conclusões

NESTE trabalho foi feita uma análise do processo de engenharia de requisitos para o desenvolvimento de um sistema de informação para uma organização. Mostrou-se que a modelagem organizacional pode ser uma ferramenta útil nesse processo e foram propostas diretrizes para orientar o processo com respeito ao uso dos modelos da organização. Para estruturar a aplicação das diretrizes, foi apresentada, também, uma metodologia composta de sete etapas. Essas etapas proporcionam um melhor entendimento do processo e da intenção que motiva cada uma das diretrizes.

Através da aplicação da proposta num estudo de caso foi possível uma primeira avaliação da metodologia e das diretrizes, relativamente a aspectos como eficácia, forma de aplicação e resultados obtidos.

Pode-se fazer as seguintes conclusões relativamente à aplicação da metodologia proposta:

- A modelagem organizacional proporciona uma visão ampla da organização, de suas regras, dos objetivos que as regem e da forma como seus elementos estão organizados. Essa visão parte de um nível alto de abstração, que vai diminuindo conforme os modelos são detalhados através do trabalho de modelagem. Esse trabalho é interrompido quando os modelos já possuem um nível de detalhamento suficiente para os fins a que se prestam.

Por esse motivo, os requisitos elicitados através da análise dos elementos dos modelos organizacionais tendem a ter um nível de abstração maior, ou seja, formam uma estrutura básica de funcionamento do sistema, identificando suas principais funções e as condições que permeiam essas funções. Embora esses requisitos permitam o

entendimento do sistema, ainda pode ser necessário elicitare outros requisitos, referentes a aspectos mais refinados, mas que não interferem na estrutura básica do sistema. Esses requisitos dizem respeito a aspectos como a forma de entrada de dados, apresentação de informações e controle de acesso às funções. Por esse motivo, pode ser necessário definir, junto aos *stakeholders*, outros requisitos que determinem essas particularidades do sistema.

Nota-se, então, que a grande contribuição proporcionada pela modelagem organizacional é com referência à estruturação do sistema. Por outro lado, não é uma ferramenta efetiva para a especificação de detalhes do sistema.

- No desenvolvimento das diretrizes, procurou-se estabelecer orientações determinísticas para a seleção de elementos organizacionais. Porém, essas orientações não podem ser seguidas às cegas. É necessário analisar cada elemento do modelo organizacional que, supostamente, faz parte do escopo do sistema, pela aplicação das diretrizes. Em suma, a aplicação das diretrizes pode levar à identificação de elementos que estão fora da atuação do sistema, caso em que esses elementos não devem ser selecionados.
- Outro fato notado no estudo de caso é que a utilização de atores na diretriz 3 não produziu efeitos. Essa diretriz procura evidenciar, ao desenvolvedor, quais os objetivos organizacionais relevantes para o sistema. Para tanto, parte de outros elementos (regras de negócio, processos e atores) para identificar os objetivos a eles ligados. Porém, as regras de negócio e os processos mostraram-se suficientes para a identificação dos objetivos da organização aplicáveis ao sistema.

Mesmo assim, a diretriz 2, que identifica *stakeholders* entre os atores da organização, deve ser aplicada, pois são eles que devem participar da elicitação de requisitos mais detalhados do sistema.

- Ainda com relação à identificação de elementos organizacionais, foi proposto, na diretriz 3, que os objetivos organizacionais que devem ser considerados para elicitação de requisitos são aqueles diretamente ligados a regras, processos e atores relevantes. Porém, esses objetivos não são suficientes para a elicitação de requisitos.

O modelo de objetivos apresenta-se como uma hierarquia de objetivos, onde os primeiros possuem alto nível de abstração, que vai diminuindo até que um objetivo de menor grau de abstração é implementado através de uma regra de negócio. Se os objetivos fossem selecionados exatamente como propõe a diretriz, os objetivos de mais alto nível não seriam considerados. Assim, é necessário, também, analisar as ligações existentes entre os objetivos para se avaliar outros objetivos ligados àqueles diretamente identificados, e que devem fazer parte do processo.

- A diretriz 6 propõe que sejam apresentadas soluções para os problemas identificados com a diretriz 5. Porém, o trabalho a ser executado nesse momento do processo (etapa

4) é mais do que simplesmente propor soluções aos problemas encontrados. É nessa etapa que deve ser estruturada a idéia do sistema. Essa idéia engloba não apenas as soluções propostas para os problemas, mas deve, também, estar de acordo com os elementos organizacionais (objetivos e regras de negócio).

- Embora a orientação proposta na metodologia seja a de não se utilizar o modelo de processos de negócio (com exceção da segunda etapa, onde esse modelo é utilizado para permitir a seleção de outros elementos organizacionais), a fim de que o desenvolvedor não fique preso ao paradigma atual da organização, notou-se a necessidade de consultar esse modelo, na etapa 4, para se entender a forma como alguns objetivos organizacionais são implementados, ou a atuação das regras de negócio. Esse tipo de consulta pode ser feito, mas deve-se ter em mente que a estrutura atual dos processos de negócio não precisa, necessariamente, ser seguida.
- De acordo com a proposta da diretriz 7, os requisitos seriam elicitados a partir de elementos interligados nos modelos da organização, ou seja, encontrada uma capacidade que o sistema deve ter, entre os elementos dos modelos, as condições e restrições para essa capacidade estariam em outros elementos ligados a esse. Porém, conforme observado no estudo de caso, essa abordagem não funciona. Para a elicitação de requisitos, é necessário analisar todo o conjunto de informações levantadas e os requisitos formam-se a partir de elementos não necessariamente interligados.
- Na etapa 7, conforme proposto na metodologia, seria feita a escolha entre duas ou mais especificações para o sistema. Porém, o desenvolvimento de cada especificação é trabalhoso e muito esforço seria gasto para a especificação completa de várias soluções. Assim, a escolha que seria feita na sétima etapa, foi realizada ao longo das etapas de 2 a 5. Ao encontrar dois caminhos que podem ser seguidos durante o processo, o engenheiro de requisitos analisa os dois caminhos e escolhe aquele mais adequado às necessidades da organização. Sempre que necessário, os *stakeholders* podem participar dessas decisões.

Com isso, várias decisões são tomadas ao longo do processo, decisões, essas, que equivalem à escolha de determinada especificação em detrimento de outras.

Deve-se notar que, embora a utilização de modelos organizacionais seja eficaz, assegurando que aspectos importantes da organização sejam considerados para o desenvolvimento do sistema, o processo de modelagem em si é bastante trabalhoso, sendo que esse custo de desenvolvimento dos modelos é proporcional à complexidade da situação modelada. Além disso, como a metodologia é bastante dependente das regras e objetivos organizacionais, os respectivos modelos devem ser elaborados com cuidado, a fim de não se deixar de lado elementos importantes.

Por outro lado, outra vantagem apresentada pela modelagem organizacional é a rastreabilidade dos requisitos, ou seja, é possível relacionar-se cada requisito com o(s) objetivo(s) ou regra(s) de negócio de negócio a que se refere.

Com o resultado do estudo de caso realizado, não foi possível identificar-se um aspecto ou requisito que poderia ser atribuído à utilização dos modelos organizacionais, e que não poderia ter sido identificado pela utilização de métodos tradicionais, como entrevistas. Isso é devido, em grande parte, à inexistência de uma especificação, para a mesma situação, realizada com o uso dos métodos tradicionais.

Por outro lado, ainda que essa segunda especificação existisse, para efeito de comparação com a especificação desenvolvida com a metodologia proposta, há fatores subjetivos que interfeririam na comparação.

O uso de técnicas como entrevista dependem bastante da pessoa entrevistada, ou seja, da clareza com que consegue passar as informações necessárias e do conhecimento que possui de seu próprio negócio. Além, disso, a experiência do entrevistador também é um fator crucial, pois é a experiência que permite que ele faça as perguntas certas e boas análises das respostas. O conhecimento que o entrevistador já possua sobre o negócio objeto de análise também é outro fator importante.

Já os modelos da organização apresentam uma visão geral muito boa do negócio. Essa visão é bastante ampla, contemplando não apenas aspectos funcionais, mas também a origem ou o motivo de o negócio funcionar da maneira como funciona, que são os objetivos e regras organizacionais.

Assim, o uso de modelos da organização supre a necessidade de experiência do engenheiro de requisitos, pois a visão do negócio que deveria ser “desvendada” através da utilização de outros métodos já é apresentada pelos modelos da organização.

7.1 Contribuições

São contribuições desse trabalho:

- Desenvolvimento de diretrizes, e de uma metodologia para sua aplicação, para o uso de modelos organizacionais na especificação de sistemas de informação para organizações
- Desenvolvimento de uma especificação de um sistema de informação para ser utilizado no gerenciamento de férias e ausências de funcionários na Delegacia Regional Tributária de Araraquara.

7.2 Trabalhos Futuros

São possíveis trabalhos futuros que podem ser realizados em continuidade a este trabalho:

- Evolução da metodologia atual para a utilização de *use cases*.

O modelo de processos da abordagem EKD apresenta uma visão estática dos processos de negócio, ou seja, não é possível, através desse modelo, entender a sequência de atividades realizadas nos processos de negócio. O analista que desenvolve os modelos adquire esse conhecimento. Porém, outra pessoa que se utilize dos modelos sem ter participado em seu desenvolvimento pode ter dificuldades em entender os processos de negócio.

A utilização de *use cases* poderia complementar as informações presentes nos modelos organizacionais e suprir essa necessidade.

- Desenvolvimento de uma ferramenta

Para a aplicação da metodologia em mais situações seria bastante útil o suporte de uma ferramenta nas diversas etapas da metodologia: modelagem, seleção de elementos organizacionais para a elicitação de requisitos, identificação dos problemas a serem resolvidos, documentação dos requisitos elicitados, etc.

- Validação de requisitos

Assim como a metodologia proposta utiliza os modelos organizacionais para elicitar requisitos, poder-se-ia ter uma metodologia que fizesse o caminho inverso, ou seja, utilizasse os modelos organizacionais para validar requisitos em relação aos objetivos e regras da organização

- Modelagem de outros casos

O estudo de caso realizado ajudou a se avaliar diversos aspectos da aplicação das diretrizes nas respectivas etapas. A aplicação da metodologia em outras situações poderia contribuir para aprimorá-la ainda mais.

Referências Bibliográficas

- BERZTISS, A. Domain analysis for business software systems. *Information Systems*, v. 24, n. 7, p. 555–568, 1999.
- BRASH, D. The contributions of participants to enterprise modeling. In: *The Tenth Australasian Conference on Information Systems (ACIS'99)*, Wellington, New Zealand, 1999, p. 100–109.
- BUBENKO, J.; BRASH, D.; STIRNA, J. EKD user guide. [On-line]. Disponível em ftp://ftp.dsv.su.se/users/js/ekd_user_guide.pdf (Acessado em 22/01/2004)
- COUGHLAN, J.; LYCETT, M.; MACREDIE, R. D. Communication issues in requirements elicitation: a content analysis of stakeholder experiences. *Information and Software Technology*, v. 45, n. 8, p. 525–537, 2003.
- CURTIS, B.; KELLNER, M.; OVER, J. Process modeling. *Communications of the ACM*, v. 35, n. 9, p. 75–90, 1992.
- CYSNEIROS, L. M.; LEITE, J.; NETO, J. M. S. A framework for integrating non-functional requirements into conceptual models. *Requirements Engineering Journal*, v. 6, n. 2, p. 97–115, 2001.
- CYSNEIROS, L. M.; DE MACEDO-SOARES, T. D. L.; DO PRADO LEITE, J. C. S. Using ISO 9000 to elicit business rules. In: *Proceedings of the Fourth IEEE International Symposium and Forum on Software Engineering Standards*, Curitiba, Brazil, 1999, p. 88–98.
- DAMIAN, D. H. *Groupware for requirements negotiation*. Tese de Doutorado, University of Calgary, Calgary - Alberta, Canada, disponível em: <http://sern.ucalgary.ca/students/theses/DanaHerlia/thesis.html>, 1997.
- DARDENNE, A.; VAN LAMSWEERDE, A.; FICKAS, S. Goal-directed requirements acquisition. *Science of Computer Programming*, v. 20, p. 3–50, 1993.

- DEMIRÖRS, O.; ÇIGDEM GENÇEL; TARHAN, A. Utilizing business process models for requirements elicitation. In: *Proceedings of the 29th Euromicro Conference (EUROMICRO'03)*, Belek-Antalya, Turkey, 2003, p. 409–412.
- DOBSON, J.; BLYTH, A.; CHUDGE, J.; STRENS, M. The ORDIT approach to requirements identification. In: *Proceedings of the 16th Annual International Computer Software and Applications Conference*, Chicago, Illinois, 1992, p. 356–361.
- DOBSON, J.; STRENS, M. Organisational requirements definition for information technology systems. In: *Proceedings of the First International Conference on Requirements Engineering*, Los Alamitos, California, 1994, p. 158–165.
- ESTRADA, H.; CASTRO, J. F.; PASTOR, O.; MARTÍNEZ, A. Goal-based organizational modeling oriented towards late requirements generation using the tropos framework. In: *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Manaus, AM, 2003, p. 1–16.
- GOTTESDIENER, E. Capturing business rules. *Software Development Magazine: Management Forum*, v. 7, n. 12, 1999.
- IEEESTD1233 IEEE guide for developing system requirements specifications. Software Engineering Committee of the IEEE Computer Society, 1996.
- JACKSON, P.; HARRIS, L. E-business and organisational change - reconciling traditional values with business transformation. *Journal of Organizational Change Management*, v. 16, n. 5, p. 497–511, 2003.
- KAVAKLI, V.; LOUCOPOULOS, P. Focus issue on legacy information systems and business process change: Modelling of organizational change using the EKD framework. *Communications of the Association for Information Systems*, v. 2, p. article 6, 1999.
- KAWALEK, P.; KUENG, P. The goal in the organization. In: *Proceedings of the Business Information Technology (BIT) World Conference*, Cape Town, South Africa, 1999.
- KOEHLER, J.; TIRENNI, G.; KUMARAN, S. From business process model to consistent implementation: A case for formal verification methods. In: *Proceedings of the Sixth International Enterprise Distributed Object Computing Conference*, Lausanne, Switzerland, 2002, p. 96–106.
- VAN LAMSWEEERDE, A. Requirements engineering in the year 00: A research perspective. In: *Proceedings of the 22th International Conference on Software Engineering*, Limerick, Ireland, 2000, p. 5–19.
- LEITE, J. Validação de requisitos: o uso de pontos de vista. *Revista Brasileira de Computação*, v. 6, n. 2, p. 39–52, 1990.

- LEITE, J.; FREEMAN, P. Requirements validation through viewpoint resolution. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 17, n. 12, p. 1253–1269, 1991.
- LEONARDI, M. C.; LEITE, J. Using business rules in EXtreme requirements. In: *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, Toronto, Canada, 2002, p. 420–435.
- LEVY, M.; POWELL, P. Information systems strategy for small and medium sized enterprises: an organisational perspective. *Journal of Strategic Information Systems*, v. 9, n. 1, p. 63–84, 2000.
- MARTÍNEZ, A.; CASTRO, J.; PASTOR, O.; ESTRADA, H. Closing the gap between organizational modeling and information system modeling. In: *VI Workshop em Engenharia de Requisitos*, Piracicaba - SP, Brasil, 2003.
- MICHELIS, G.; DUBOIS, E.; JARKE, M.; MATTHES, F.; MYLOPOULOS, J.; SCHMIDT, J. W.; WOO, C.; YU, E. A three-faceted view of information systems. *Communications of the ACM*, v. 41, n. 12, p. 64–70, 1998.
- MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; LIAO, S.; WANG, H.; YU, E. Exploring alternatives during requirements analysis. *IEEE Software*, v. 18, n. 1, p. 92–96, 2001.
- MYLOPOULOS, J.; CHUNG, L.; YU, E. Requirements analysis: from object oriented to goal oriented. *Communications of the ACM*, v. 42, n. 1, p. 31–37, 1999.
- NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements engineering: A roadmap. In: *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, Limerick, Ireland, 2000, p. 35–46.
- OSHIRO, K.; WATAHIKI, K.; SAEKI, M. Goal-oriented idea generation method for requirements elicitation. In: *Proceedings of the 11th IEEE International Requirements Engineering Conference*, Monterey, California, 2003, p. 363–364.
- PÁDUA, S. I. D. D. *Investigação do processo de desenvolvimento de software a partir da modelagem organizacional, enfatizando regras de negócio*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2001.
- PHALP, K. T. The CAP framework for business process modelling. *Information and Software Technology*, v. 40, p. 731–744, 1998.
- PRESSMAN, R. S. *Software engineering: A practitioner's approach*. 5 ed. McGraw Hill, 2001.
- ROLLAND, C.; NURCAN, S.; GROSZ, G. Enterprise knowledge development: the process view. *Information & Management*, v. 36, n. 3, p. 165–184, 1999.

- SAGHEB-TEHRANI, M.; GHAZARIAN, A. Software development process: Strategies for handling business rules and requirements. *ACM Software Engineering Notes*, v. 27, n. 2, p. 58–62, 2002.
- SAIEDIAN, H.; DALE, R. Requirements engineering: making the connection between the software developer and customer. *Information and Software Technology*, v. 42, p. 419–428, 2000.
- SANTANDER, V.; CASTRO, J. Desenvolvendo use cases a partir de modelagem organizacional. In: *Anais do III Workshop de Engenharia de Requisitos*, Rio de Janeiro, Brasil, 2000, p. 158–180.
- SANTANDER, V.; CASTRO, J. Developing use cases from organizational modeling. In: *Anais do IV Workshop de Engenharia de Requisitos*, Buenos Aires, Argentina, 2001, p. 246–265.
- SANTANDER, V.; CASTRO, J. Deriving use cases from organizational modeling. In: *Proceedings of the IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering*, Essen, Germany, 2002, p. 32–39.
- SHARP, H.; FINKELSTEIN, A.; GALAL, G. Stakeholder identification in the requirements engineering process. In: *Proceedings of the Tenth International Workshop on Database and Expert Systems Applications*, Florence, Italy, 1999, p. 387–391.
- SIDDIQI, J.; SHEKARAN, M. Requirement engineering: The emerging wisdom. *IEEE Software*, v. 13, n. 2, p. 15–19, 1996.
- SOMMERVILLE, I. *Software engineering*. 6 ed. Addison-Wesley, 2001.
- STRENS, M.; CHUDGE, J. Using responsibility modeling to match organizational change to changes in the systems development process. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 23, n. 3, p. 102–104, 1998.
- TEO, T.; RANGANATHAN, C. Leveraging IT resources and capabilities at the housing and development board. *Journal of Strategic Information Systems*, v. 12, n. 3, p. 229–249, 2003.
- TURINE, M.; MASIERO, P. *Especificação de requisitos: Uma introdução*. Relatório Técnico 39, ICMC/USP, São Carlos, SP, 1996.
- VERNADAT, F. *Enterprise modeling and integration: principles and applications*. 1 ed. Chapman & Hall, UK, 1996.
- WORTMANN, J. C.; HEGGE, H. M. H.; ROLEFES, S. Embedding enterprise software in extended enterprise models. *Computers in Industry*, v. 42, n. 2-3, p. 231–243, 2000.

YU, E. Towards modelling and reasoning support for early-phase requirements engineering. In: *Proceedings of the 3rd IEEE Int. Symp. on Requirements Engineering*, Washington D.C., USA, 1997, p. 226–235.

ZAVE, P. Classification of research efforts in requirements engineering. *ACM Computing Surveys*, v. 29, n. 4, p. 315–321, 1997.

ZAVE, P.; JACKSON, M. Four dark corners of requirements engineering. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, v. 6, n. 1, p. 1–30, 1997.