

Proposta de um Método para o Desenvolvimento de aplicações *Workflow* em Dispositivos Móveis

Anderson Fernandes Esteves

Dissertação de Mestrado submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Processamento da informação

Maria de Fátima Queiroz Vieira, Ph.D.

Orientadora

Angelo Perkusich, D.Sc.

Orientador

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Anderson Fernandes Esteves, Dezembro de 2006

Proposta de um Método para o Desenvolvimento de
aplicações *Workflow* em Dispositivos Móveis

Anderson Fernandes Esteves

Dissertação de Mestrado apresentada em Dezembro de 2006

Maria de Fátima Queiroz Vieira, Ph.D.

Orientadora

Angelo Perkusich, D.Sc.

Orientador

José Sérgio da Rocha Neto, D.Sc.

Componente da Banca

Péricles Rezende Barros, Ph.D.

Componente da Banca

Campina Grande, Paraíba, Brasil, Dezembro de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

E79p Esteves, Anderson Fernandes
2006 Proposta de um método para o desenvolvimento de aplicações workflow em dispositivos móveis / Anderson Fernandes Esteves. Campina Grande, 2006. 61f.: il.

Referências.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática.
Orientadora: Maria de Fátima Queiroz Vieira e Ângelo Perkusich.

1 Engenharia de Software 2 Workflow 3 Dispositivos Móveis I
Título

CDU 519.683

UFCG - BIBLIOTECA - CAMPUS I	
1238	17-05-07

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES
WORKFLOW EM DISPOSITIVOS MÓVEIS**

ANDERSON FERNANDES ESTEVES

Dissertação Aprovada em 22.12.2006

Maria de Fátima Q. V. Turnell
MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA TURNELL, Ph.D., UFCG
Orientadora

Angelo Perkusich
ANGELO PERKUSICH, D.Sc., UFCG
Orientador

José Sérgio da Rocha Neto
JOSÉ SÉRGIO DA RÓCHA NETO, D.Sc., UFCG
Componente da Banca

Péricles Rezende Barros
PÉRICLES REZENDE BARROS, Ph.D., UFCG
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE – PB
Dezembro - 2006

E799p

ESTEVES, Anderson Fernandes

Proposta de um Método para o Desenvolvimento de aplicações *Workflow* em Dispositivos Móveis / Anderson Fernandes Esteves. - Campina Grande: Paraíba: UFCG, 2006.

56 p.: Il.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

Orientadora: Maria de Fátima Queiroz Vieira Turnell, Ph.D.

Orientador: Angelo Perkusich, D.Sc.

1. Fluxo de Trabalho. 2. Dispositivos móveis. Engenharia de Software

CDU 519.683/684

CDD 658.530051

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais que sempre depositaram confiança em mim e sempre motivaram os meus estudo, até nos momentos mais difíceis.

Agradecimentos

Agradeço principalmente a nosso Deus, nosso senhor Jesus Cristo, por nunca deixar me desistir, mesmo nos piores momentos do curso.

Aos meus pais João Geraldo Esteves e Enedina Fernandes Esteves, minha namorada Marcela Wilcy Moraes Lima, pelo apoio que me foi dado, apesar da distância.

Ao meu irmão Rafael Fernandes Esteves, por toda a força e por todo apoio.

A minha prima Fátima Fernandes, por todo o incentivo.

Agradeço a professora Maria de Fátima Vieira, Ph.D. e ao professor Angelo Perkusich, D.Sc., pela incansável orientação e colaboração sem as quais não seria possível realizar este trabalho.

Ao meus amigos de turma, a ordem nessa hora não importa, Hernan Marinho, Luiz Cláudio, Christophe Xavier, Walter Valenzuela, Rodrigo Choji e Jean Caminha.

Ao Sr. Carlos Braga, pelo apoio concedido, o qual foi de grande importância para o andamento do curso.

Aos meus amigos da FUCAPI (Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica), SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus), UNIP (Universidade Paulista) e UEA/EST (Universidade do Estado do Amazonas / Escola Superior de Tecnologia), que de alguma forma me ajudaram, apoiaram e me incentivaram a nunca desistir.

A minha chefe Elcimar Sicsu, pela grande apoio para a conclusão do curso.

A Dna. Celeste Correa, chefe do setor de treinamento pelo grande apoio e ajuda sempre nos momentos mais decisivos junto a FUCAPI.

Aos amigos do LIHM (Laboratório de Interfaces Homem Máquina), Daniel Scherer, José Pedrosa, pela ajuda nas prévias da apresentação que foram de grande importância para a defesa da dissertação.

A todos os professores, funcionários, alunos de doutorado, mestrado e graduação da UFCG, tanto de elétrica quanto de computação, pela acolhida e pelos amizade.

A FUCAPI pelo apoio e incentivo para a liberação desde o início do curso até a sua conclusão.

Agradeço também a FAPEAM pelo apoio financeiro.

Resumo

Neste trabalho é proposto um método para o desenvolvimento de aplicações *Workflow* para dispositivos móveis. O método utiliza recursos para modelagem de fluxo de uma ferramenta open source sistematizando o processo de desenvolvimento da aplicação e em particular de sua interface com o usuário. A validação do método consistiu no desenvolvimento de uma aplicação para apoiar a consulta aos dados do processamento de notas fiscais, de um estado da federação, utilizando um dispositivo. Como ferramenta de modelagem dos fluxos foi utilizada YAWL e o seu motor de *Workflow*. A aplicação foi programada na linguagem J2ME e os dados utilizados no estudo foram armazenados em um banco gerenciado por MySql.

Palavras chave: *Workflow*, Dispositivos Móveis e Engenharia de Software.

Abstract

This work presents a method to be employed in the development of Workflow applications for mobile devices. This method adopts the workflow modeling approach of an open source tool and systematizes the application developing process, and in particular that of the application user interface. The method's validation consisted on the development of a software application to support data queries related to the processing of Pro form Invoices in one of the Brazilian states, using a mobile device. The tool YAWL was employed to model the workflow. It was also used its Workflow engine. The application was developed using J2ME programming language and the application data was stored in a MySQL database.

Key Words: Workflow, Mobile devices and Software Engineering

Índice

Introdução	1
1 Fluxo de Trabalho e Modelos	4
1.1 Tipos de Fluxo de Trabalho	6
1.1.1 Fluxo de trabalho Ad-hoc	6
1.1.2 Fluxo de trabalho de Produção	6
1.1.3 Fluxo de trabalho Administrativo	7
1.1.4 Fluxo de trabalho Orientado a Pessoas e Orientado a Sistemas	7
1.2 Modelagem de Sistemas de Fluxo de Trabalho	8
1.2.1 Modelo de Redes de Petri	8
1.2.2 Modelo de Gatilhos	11
1.2.3 Modelo de Casati/Ceri	13
1.2.4 Modelo de Ações	17
1.3 Componentes do fluxo de trabalho	18
1.4 A WfMC - <i>Workflow Management Coalition</i>	19
1.5 O Modelo de Referência da WfMC	20
1.5.1 Terminologia básica da WfMC relacionada com Fluxo de trabalho	23
2 Método para Desenvolvimento de Aplicações de Fluxo de Trabalho	28
2.1 Análise de Requisitos	28
2.1.1 Descrição do processo	29
2.1.2 Modelo de dados	29
2.2 Modelagem do fluxo de trabalho	30
2.2.1 Ferramenta utilizada	31
2.2.2 Modelo de Fluxo de trabalho	32
2.2.3 Validação do Modelo de <i>Workflow</i>	33
2.3 Desenvolvimento da aplicação	34

2.3.1	Projeto de Interface	34
2.3.2	J2ME - <i>Java Micro Edition</i>	35
2.3.3	Dispositivos Móveis	37
2.3.4	Escolha do Banco de Dados	38
2.3.5	Arquivos XML - <i>Extended Markup Language</i>	38
2.4	Etapas do <i>Workflow</i>	39
2.4.1	Etapa 1 do <i>Workflow</i> - Análise de Requisitos	39
2.4.2	Etapa 2 do <i>Workflow</i> - Modelo de Dados	40
2.4.3	Etapa 3 do <i>Workflow</i> - Modelagem do <i>Workflow</i>	40
2.4.4	Etapa 4 do <i>Workflow</i> - Validação do <i>Workflow</i>	40
2.5	Etapas da Interface	40
2.5.1	Etapa 1 da Interface - Análise da Tarefa	40
2.5.2	Etapa 2 da Interface - Análise do Usuário	41
2.5.3	Etapa 3 da Interface - Análise do Contexto	41
2.5.4	Etapa 4 da Interface - Projeto da Interface	41
2.5.5	Etapa 5 da Interface - Construção do Protótipo	41
2.5.6	Etapa 6 da Interface - Validação do Protótipo	41
2.6	Etapa de Acompanhamento do <i>Workflow</i> com a Interface	42
2.7	Arquitetura da Aplicação	43
3	Estudo de caso	44
3.1	Descrição do processo	44
3.2	Análise de Requisitos	45
3.2.1	Modelo de dados	49
3.3	Modelagem do fluxo de trabalho	49
3.3.1	Concepção do Fluxo de trabalho	49
3.3.2	Validação do Modelo de Fluxo de trabalho	51
3.4	Desenvolvimento da aplicação	51
3.4.1	Projeto da Interface	51
4	Considerações Finais	56
4.1	Conclusões	56
4.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	57
	Referências Bibliográficas	58

Lista de Símbolos e Abreviaturas

<i>APIs</i>	Application Programming Interface
<i>CDC</i>	Connected Device Configuration
<i>CLDC</i>	Connected Limited Device Configuration
<i>GIHM</i>	Grupo de Interface Homem - Máquina
<i>J2ME</i>	Java Micro Edition
<i>J2SE</i>	Java Second Edition
<i>J2EE</i>	Java Enterprise Edition
<i>JVM</i>	Java Virtual Machine
<i>MAD</i>	Modelo Analítico de Descrição de Tarefas
<i>MCI</i>	Método para Concepção de Interfaces
<i>PDA</i>	Personal Data Assistant
<i>PIM</i>	Personal Information Manager
<i>SGBD</i>	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
<i>SQL</i>	Structured Query Language
<i>SOAP</i>	Simple Object Access Protocol
<i>UML</i>	Unified Modeling Language
<i>USE – CASES</i>	Casos de Uso
<i>XML</i>	Extended Markup Language
<i>WAPI</i>	Workflow Application Programming Interface
<i>WFDL</i>	Workflow Description Language
<i>WFMC</i>	Workflow Management Coalition
<i>WSDL</i>	Web Services Description Language

YAWL Yet Another Workflow Language

Lista de Tabelas

3.1	Perfil do usuário	53
3.2	Lista de objetos e ações do domínio da tarefa	54

Lista de Figuras

1.1	Redes de Petri: Lugares, Transições e Arcos	9
1.2	Representação de blocos <i>AND</i> e <i>OR</i>	11
1.3	Uma visão do modelo de gatilhos	13
1.4	Modelo de Casati/Ceri para um processo de seleção de artigos	15
1.5	Estrutura do laço de fluxo de trabalho do modelo de ações	16
1.6	Modelo ações para um processo de seleção de artigos	16
1.7	Modelo de referência de fluxo de trabalho da WfMC, (33)	21
1.8	Conceitos e terminologia básica associada ao fluxo de trabalho, (1)	26
2.1	Representação de tarefas no YAWL	30
2.2	Representação de <i>SPLIT</i> e <i>JOIN</i> no YAWL	31
2.3	Representação de <i>AND</i> , <i>OR</i> e <i>XOR</i> no YAWL	31
2.4	Arquitetura do YAWL	32
2.5	A ferramenta de modelagem YAWL	33
2.6	Visão Geral do Motor de <i>Workflow</i>	33
2.7	Edições Java e J2ME	35
2.8	Etapas do Método	39
2.9	Descrição da Etapas	39
2.10	Acomplamento das Etapas	42
2.11	Arquitetura da Aplicação	43
3.1	Diagrama de Casos de Uso do Processo de Nota Fiscal	46
3.2	Diagrama de Casos de Uso Geral do Processo de Nota Fiscal	47
3.3	Diagrama de Atividades do Processo de Nota Fiscal	48
3.4	Diagrama de Seqüência do Processo de Nota Fiscal	48
3.5	Diagrama de Classes do Processo de Nota Fiscal	49
3.6	Visão Geral da Modelagem	50
3.7	Processos da Tarefa Requerente	50

3.8	Modelagem da Tarefa Consultar Processo	51
3.9	Modelo no Motor do YAWL - 1	51
3.10	Modelo no Motor do YAWL - 2	51
3.11	Visualização das Tarefas	52
3.12	Execução das Tarefas	52
3.13	Modelo de Tarefas	52
3.14	Foto da tela principal	55
3.15	Foto da tela de busca de processos	55

Introdução

Empresas com processos apoiados por computador para serem competitivas não podem mais estar centradas apenas em atividades manuais, ou seja, processos que dependam exclusivamente das atividades de pessoas para serem realizados. Tal situação que é agravada se essas atividades forem repetitivas e exigirem trabalho de um grupo de pessoas que estão fisicamente distantes.

Assim muitas empresas estão reavaliando seus negócios de modo a se tornarem mais produtivas e efetivas, o que conseqüentemente, exige as aplicações existentes sejam modificadas e novas aplicações sejam desenvolvidas.

Atualmente os sistemas de *workflow* (fluxo de trabalho) são cada vez mais necessários dentro de uma empresa, independente de qual seja o ramo de negócio. O uso desses sistemas dentro das empresas já é visto como extremamente vantajoso e vem se tornando um diferencial nas áreas de comunicação e automação do fluxo de trabalho e das informações geradas pelas empresas.

Segundo a WfMC em (1), fluxo de trabalho é a automação total ou parcial de um conjunto de atividades interligadas, que coletivamente alcançam um objetivo de negócio. Durante a execução destas atividades podem ocorrer trocas de documentos, informações ou tarefas entre os participantes do fluxo de trabalho com a finalidade de realizar alguma ação. Esta automação é realizada de acordo com um conjunto de regras de procedimento.

Segundo CRUZ em (2), os sistemas baseados na *web* (rede mundial de computadores) se deram com o amadurecimento da internet e recentemente com as aplicações *web*, pois podem ser executados através de um *browser* (navegador), aumentando e muito a disponibilidade de acesso, viabilizando o fluxo de trabalho. Estes sistemas apresentam, menor custo, melhor aproveitamento do tempo, maior facilidade de utilização e principalmente maior alcance, do que a maioria dos sistemas feitos hoje em dia.

A internet vem se tornando uma plataforma comum global através da qual organizações e indivíduos se comunicam para a execução de várias atividades. Quanto mais surgem aplicações e ferramentas baseadas na *web*, mais e mais serviços são disponibilizados através

da internet (3). Desta forma, surge a possibilidade de integrar serviços externos em uma aplicação interna, o que estimula o reuso e rápido desenvolvimento.

As empresas que utilizam sistemas de fluxo de trabalho visam ter maior controle sobre seus processos internos, permitindo manipular uma maior quantidade de informações, dados, documentos e qualquer outro tipo de mídia, de forma ágil, precisa e segura.

Algumas das vantagens de se utilizar um sistema de fluxo de trabalho são a eliminação dos incômodos causados pelo manuseio e o armazenamento de papéis, a possibilidade de acesso remoto, o arquivamento e recuperação de informações simplificadas, a habilidade de rapidamente trilhar as informações e os responsáveis de cada tarefa do processo, o aumento da produtividade devido ao dinamismo gerado na automatização dos processos, entre outros (2,4).

Uma dificuldade é que o processo de implantação do sistema fluxo de trabalho requer uma análise profunda dos processos da empresa. Para isso é necessária a reengenharia e a remodelagem de todos os processos em uso de modo a descreve-los com precisão para que o sistema funcione da maneira esperada. Uma análise mal elaborada e processos descritos de uma forma inconsistente acarretam em atraso e imprecisão das tarefas, comprometendo os objetivos do fluxo de trabalho.

Objetivos da Dissertação

O principal objetivo deste trabalho é a proposição de um método para o desenvolvimento de aplicativos baseados em fluxos de trabalho para dispositivos móveis.

Escopo e Relevância

Neste trabalho é proposto um método para o desenvolvimento de aplicativos baseados em fluxos de trabalho para dispositivos móveis.

A validação o método consistiu em desenvolver uma aplicação de suporte ao processo de notas fiscais em uma área que conta com incentivos fiscais.

A relevância deste trabalho está na apresentação de um método para o desenvolvimento de aplicativos baseados em fluxos de trabalho para dispositivos móveis.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

No Capítulo 1 é abordado o estado da arte, fazendo-se uma revisão bibliográfica, a fim de avaliar outras soluções existentes e oferecer o embasamento teórico para apresentar o

método para descrição de aplicações baseadas em fluxo de trabalho. Ainda neste capítulo, serão apresentados conceitos de fluxo de trabalho.

No Capítulo 2 é descrito o método proposto para o desenvolvimento de aplicativos baseados em fluxo de trabalho para dispositivos móveis.

No Capítulo 3 é apresentado um estudo de caso para validar o método proposto.

Finalmente, no Capítulo 4 são discutido os resultados alcançados e apresentadas propostas de continuidade para este trabalho.

Capítulo 1

Fluxo de Trabalho e Modelos

Segundo a definição da WfMC (*Workflow Management Coalition*) em (1), um fluxo de trabalho pode ser definido como sendo a automação de procedimentos, em parte ou integralmente, através do qual documentos, informações ou atividades são passadas de um participante a outro, de acordo com um conjunto definido de regras, para atingir ou contribuir para o alcance dos objetivos de uma organização.

Esta definição faz uso de aspectos freqüentemente mencionados ao discutir-se as características ou o funcionamento de fluxo de trabalho, no entanto, relaciona o conceito de fluxo de trabalho com automação, o que não ocorre necessariamente. Fluxos de trabalho podem ser organizados de forma manual, porém, geralmente, utilizam-se ferramentas (sistemas computacionais) para dar suporte a execução dos processos de negócio da empresa.

Segundo a definição apresentada por SARIN em (5) ressalta esta separação conceitual é ressaltada "A ênfase dos sistemas de fluxo de trabalho está em usar computadores para auxiliar a execução e o gerenciamento de processos de negócio, que são compostos por diversas tarefas individuais, e não no uso de computadores para automatizá-los".

Sistemas de fluxo de trabalho auxiliam o gerenciamento dos processos de negócio de uma organização controlando a seqüência das atividades e associando os recursos humanos e computacionais necessários para a execução de cada uma destas atividades. O conceito está freqüentemente relacionado ao conceito de processos de negócio, porém nem todo processo de negócio é ou necessita ser implementado através do fluxo de trabalho. Por outro lado, nem todo fluxo de trabalho é necessariamente uma implementação de partes de um processo de negócio.

Fluxos de trabalho pertencem a uma área de desenvolvimento de softwares denominada *groupware* ou "atividades colaborativas realizadas por intermédio do computador". Esta área engloba outras tecnologias, como: correspondência eletrônica, grupos de discussão, fer-

ramentas de videoconferência, escrita colaborativa, PIM (*Personal Information Manager*), sistema de controle de documentos, entre outros.

Apesar de estar inserido entre os sistemas que visam facilitar o trabalho cooperativo, sistemas de fluxo de trabalho incorporam a maioria das tecnologias presentes nesta relação. Um sistema moderno faz integração com, pelo menos, ferramentas para correspondência eletrônica, agenda corporativa e controle de documentos. A proximidade dos sistemas com as ferramentas colaborativas é também um reflexo da similaridade das principais atuações de ambos os sistemas: comunicação, colaboração e coordenação.

Em adição às definições apresentadas, alguns aspectos geralmente desejados pelos usuários de sistemas de fluxo de trabalho são:

- A troca de documentos, informações e tarefas que possibilite, não somente o relacionamento entre um participante e outro, mas também entre grupos de indivíduos. Sistemas de fluxo de trabalho permitem a distribuição de indivíduos em grupos, de acordo com as regras da organização;
- Monitoramento de aspectos da execução do fluxo de trabalho, sendo capaz de gerar informações para avaliação de progressos em um processo de negócio ou em parte dele.

Porém, enquanto soluções de *groupware* focam atividades colaborativas que, em sua grande maioria, são desestruturadas, soluções de fluxo de trabalho visam a coordenação de atividades através de um modelo de processo comum, sem que haja necessariamente a automação das atividades.

O propósito de um sistema de fluxo de trabalho é coordenar todas as entidades envolvidas na execução de um processo (processo de negócio). A coordenação pode ser definida como o gerenciamento das dependências entre as atividades. Sistemas de gerenciamento de fluxo de trabalho podem ser usados para lidar com dois tipos de problemas de coordenação:

- Dependência de dados entre atividades (por exemplo: onde uma atividade depende do resultado de uma ou mais atividades), que é gerenciada através do controle e fluxo de dados;
- Compartilhamento de recursos disponíveis (por exemplo: uma pessoa ou uma determinada máquina envolvida no sistema de fluxo de trabalho, só é capaz de executar uma atividade por vez), que é gerenciado através do controle de cronogramas de recursos.

Os benefícios trazidos pelo uso de sistemas de fluxo de trabalho tornam-se mais visíveis quando o número de atividades a serem coordenadas aumenta. A utilização de sistemas

de fluxo de trabalho facilita a coordenação de atividades. O gerenciamento de diversas atividades simultaneamente torna-se uma atividade mais fácil se ocorrer por intermédio de fluxo de trabalho. A quantidade de tarefas coordenadas varia de acordo com o grau de definição e exigências dos componentes controlados pelos sistemas, assim como o tipo de processo que é controlado.

Um mesmo processo de negócio pode ter um ciclo de vida que dure alguns minutos ou dias (ou até mesmo meses e anos), dependendo da complexidade e da duração das atividades que o compõe. Os sistemas de fluxo de trabalho podem ser implementados através de variadas formas, podem utilizar diferentes tecnologias e infra-estrutura de comunicação. Porém, todos os sistemas de fluxo de trabalho devem apresentar características comuns no intuito de prover interoperabilidade e capacidade de integração entre diferentes produtos do mercado.

1.1 Tipos de Fluxo de Trabalho

Segundo GEORGAKOPOULOS em (6), ainda não existe uma caracterização ou categorização padrão para fluxo de trabalho, sob a ótica de negócios podem ser caracterizados conforme descrição a seguir.

1.1.1 Fluxo de trabalho Ad-hoc

Neste tipo de fluxo de trabalho não existe uma estrutura pré-definida para o processo, ou esta estrutura pode ser modificada em tempo de execução. As tarefas envolvem tipicamente coordenação, colaboração e co-decisão humana. A coordenação e a ordenação das tarefas são feitas manualmente.

Este tipo de fluxo de trabalho é indicado para representar aplicações *groupware*, nas quais vários usuários compartilham uma mesma base de dados e colaboram para a realização de tarefas específicas.

1.1.2 Fluxo de trabalho de Produção

Envolve processos repetitivos e previsíveis. Tipicamente envolve processos complexos que possuem uma estrutura fixa e um conjunto de regras de roteamento entre as atividades. Normalmente acessam múltiplos sistemas de informação para realizar um trabalho e recuperar dados utilizados em tomadas de decisão.

Este tipo de fluxo de trabalho é usado para monitorar o estado e a localização dos processos e documentos manipulados pelo sistema a cada instante de tempo. A ordenação e a coordenação das tarefas podem ser automatizadas.

1.1.3 Fluxo de trabalho Administrativo

Possuem diversas características dos fluxos de trabalho de produção (estruturados), porém são direcionados para atividades administrativas internas da organização.

Fluxos de trabalho administrativos geralmente não são de missão crítica, visto que são menos exigentes em relação a confiabilidade, correção e integração com sistemas externos do que os fluxos de trabalho de produção. Como exemplo pode-se citar: avaliação de trabalhos submetidos a um congresso onde já se conhece previamente os revisores.

1.1.4 Fluxo de trabalho Orientado a Pessoas e Orientado a Sistemas

Em GEORGAKOPOULOS (6) é apresentada uma outra classificação para fluxos de trabalho, caracterizando-os dentro de dois aspectos: orientado a pessoas e orientado a sistemas. Em fluxos de trabalho orientados a pessoas, os atores cooperam com o sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho coordenando e executando tarefas, assegurando assim a consistência dos resultados do fluxo de trabalho.

Neste tipo de fluxo de trabalho não se tem o conhecimento real da informação que é processada, então o sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho não pode ser responsável pela consistência da informação. Em um fluxo de trabalho orientado a pessoas, as principais questões a serem analisadas são:

- a interação homem-máquina;
- existência de habilidades humanas para atender as exigências das tarefas;
- a cultura que determina como as pessoas preferem ou necessitam trabalhar.

Já os fluxos de trabalho orientados a sistemas são altamente automatizados e executam operações intensivas de computação e software especializado em tarefas que normalmente tem acesso a sistemas de informação HAD (Heterogêneo, Autônomo, Distribuído). Sistemas de gerenciamento de fluxo de trabalho devem ter a capacidade de coordenar tarefas de software e fornecer controle de concorrência e mecanismos de recuperação para garantir

a consistência e a confiabilidade. Fluxo de trabalho orientados a sistemas têm conhecimento da semântica de informação, e podem ser responsáveis por manter consistências de informação. Em um fluxo de trabalho orientado a sistemas, as principais questões a serem analisadas são:

- acesso a sistemas HAD;
- determinar novas necessidades de software de forma a permitir automação dos processos de negócios;
- assegurar a execução correta e segura dos sistemas.

1.2 Modelagem de Sistemas de Fluxo de Trabalho

Um dos maiores problemas atuais da modelagem de sistemas de fluxo de trabalho vem do fato que praticamente cada sistema de gerência de fluxo de trabalho utiliza sua própria técnica de modelagem. Em outras palavras, não há um modelo conceitual amplamente aceito para a área, falta-lhe um equivalente do que o modelo Entidade-Relacionamento representa para a área de sistemas de banco de dados (7,8).

A segunda questão refere-se ao fato de que as diferenças entre os modelos existentes não são, por outras vezes, apenas diferenças de notação sintática ou de forma de apresentação. Muitas destas diferenças são oriundas de profundas diferenças teóricas sobre o que é trabalho e como desenvolve-se dentro de um determinado ambiente. Essas diferenças permitem dividir claramente os modelos de fluxo de trabalho em dois grandes grupos (9):

- modelos baseados em atividades, onde o trabalho é visto como uma seqüência de atividades, onde cada atividade recebe um certo conjunto de entradas e produz um certo conjunto de saídas. Os modelos de Redes de Petri, Gatilhos e de Casati/Ceri encontram-se nesta categoria;
- modelos baseados em comunicação, onde o trabalho é visto como um conjunto de interações humanas bem definidas (laços de trabalho), representando compromissos realizados entre as pessoas envolvidas. O modelo de Ações encontra-se nesta categoria.

1.2.1 Modelo de Redes de Petri

As redes de Petri foram desenvolvidas a partir do trabalho de Carl Adam Petri. Desde então o seu uso e o seu estudo aumentaram consideravelmente. Em modelagem de fluxo de

trabalho, as redes de Petri foram mais utilizadas através de adaptações e extensões. Um exemplo disto é o modelo de gatilhos que utiliza elementos das redes de Petri.

De acordo com MURATA (10), as redes de Petri são formadas por dois tipos de componentes: a transição, componente ativo correspondente a alguma ação realizada dentro do sistema. E o lugar, passivo e relacionado a alguma variável de estado do sistema. Lugares e transições são vértices do grafo associado às redes de Petri e interligam-se por arcos direcionados. Estes componentes podem ser vistos na Figura 1.3.

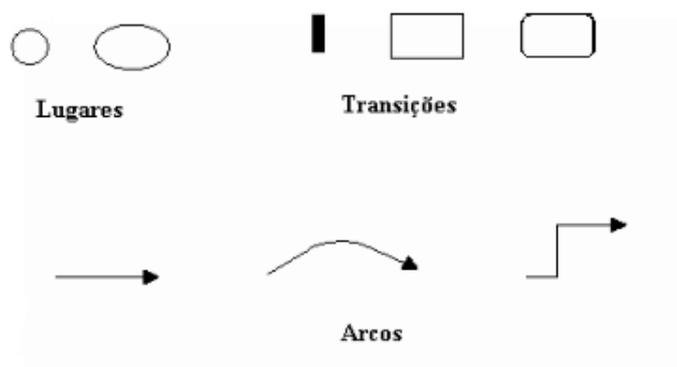


Figura 1.1: Redes de Petri: Lugares, Transições e Arcos

A modelagem de fluxo de trabalho por meio das redes de Petri tem sido bastante utilizada por diversos especialistas e pesquisadores (11–14). Isto ocorre devido às semelhanças existentes entre os diversos elementos de modelagem de fluxo de trabalho e os componentes envolvidos no formalismo das redes de Petri. Neste sentido, cada tarefa é representada por uma transição correspondente. Os lugares são componentes indicam as pré e pós-condições requeridas para a execução dessas tarefas. E os arcos expressam as relações lógicas entre elas, demonstrando assim, o fluxo de trabalho exigido (15).

A composição gráfica das redes de Petri auxilia na visualização das diversas atividades envolvidas no processo e como é feita a comunicação entre elas. As marcações dos lugares, também chamados de *tokens*, podem simular a informação (documentos, dados, formulários, etc) que são passadas e consumidas ao longo do fluxo de trabalho.

Em geral, a modelagem de processos complexos exige muito tempo e uma análise detalhada devido ao grande número de estados. Esta situação pode se agravar ainda mais com a detecção de paralelismos e/ou sincronismos entre as atividades envolvidas. As redes de Petri, com todos os seus recursos matemáticos e gráficos, permitem a modelagem de fluxos de trabalhos com elevados índices de complexidade. Tal complexidade é encontrada nas representações de paralelismo, concorrência e simultaneidade que revelam informações importantes sobre os comportamentos dinâmicos dos fluxos de trabalho.

De acordo com CASATI em (16), um dos grandes problemas existente na maioria dos sistemas de fluxo de trabalho é como definir que as tarefas sejam executadas pelos membros da organização (ou por agentes de software se as tarefas são realizadas automaticamente), ou ainda, como fazer com que uma possível mudança no ambiente organizacional se reflita nos processos em execução.

Com as redes de Petri é possível representar um fluxo de trabalho, bem como os seus vários recursos que são compartilhados e consumidos pelas atividades envolvidas. Mas para termos um modelo de fluxo de trabalho bem definido, é necessário considerar que, além de descrever como a informação trafega e é processada, as atividades devem ser realizadas por papéis associadas a elas. E que estes papéis estão relacionados com seus respectivos atores, ou conjunto de atores, que podem ser indivíduos ou agentes de software (17). As redes de Petri, de acordo com (18), não representam explicitamente o conceito de papel. Os atores que executam as atividades determinadas para os papéis assumidos também não são representados formalmente.

Segundo PÁDUA em (15), as características de processos de negócio baseados em redes de Petri se sobressaem melhor nas fases de projeto e análise. Isto ocorre devido ao fato delas representarem bem o procedimento de tráfego, consumo de recursos e execução de atividades. Neste sentido, a WFMC identificou seis tipos primitivos de processos de negócio que podem ser mapeados dentro de redes de Petri (Figura 1.4), em que:

- tarefas são mapeadas em transições e relações causais são representadas no modelo por lugares;
- a transição t_1 representa, no modelo, a sincronização de dois subfluxos (*AND-join*);
- transições t_{21} e t_{22} representam um *OR-join*: dois subfluxos unidos em um subfluxo;
- a transição t_3 representa um *AND-split*: um subfluxo dividido em dois subfluxos paralelos;
- transições t_{41} e t_{42} representam um *OR-split*: uma seleção apresentada entre as duas alternativas;
- a iteração pode ser representada pela adição de uma transição de *feedback* (t_{52});
- a conexão de duas transições (t_{61} e t_{62}) por meio de um lugar intermediário resulta em duas tarefas seqüenciais.

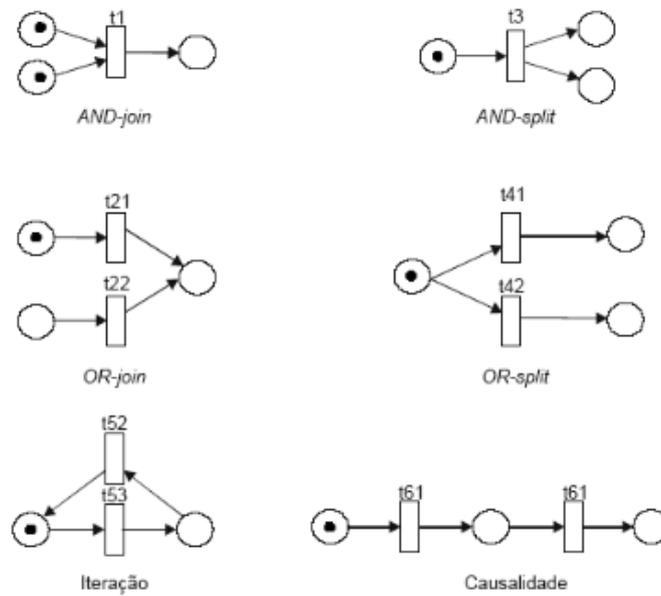


Figura 1.2: Representação de blocos *AND* e *OR*

1.2.2 Modelo de Gatilhos

Várias técnicas de modelagem foram propostas na literatura com o objetivo de serem usadas para representar o comportamento dinâmico dos sistemas. Entre essas técnicas, destacam-se as redes de Petri (19, 20), os statecharts (21) e as que utilizam os conceitos da modelagem de fluxo de trabalho, como a técnica conhecida como *trigger modeling* (22), ou modelo de gatilhos.

O modelo de gatilhos é uma técnica simples cujo objetivo é auxiliar a análise de fluxos de trabalho a fim de automatizar processos de negócio. Entende-se por "gatilho" o disparo de uma atividade de fluxo de trabalho decorrido do término de uma atividade anterior. Estudos práticos com gerenciamento de fluxo de trabalho demonstram que os gatilhos possuem especial importância na descrição de um sistema de fluxo de trabalho, relacionando as atividades entre si (23). Então, a modelagem de fluxo de trabalho tem como ponto de partida as atividades, os gatilhos e os papéis, o que a torna diferente da modelagem de sistemas de informação, que convencionalmente inicia com a modelagem da estrutura de dados (modelagem entidade-relacionamento) ou processos (modelagem do fluxo de dados).

Na notação do modelo de gatilhos, cada atividade é representada por um retângulo, contendo o nome da atividade. Um arco que aponta para uma atividade representa que a atividade pode ser disparada pelos eventos que ocorrem como resultado da atividade da qual o arco está partindo. O modelo de gatilhos é dividido em colunas, onde cada coluna

contém as atividades associadas com um papel específico. Deste modo, cada coluna contém as atividades para as quais o papel é responsável. O modelo de gatilhos deve ser construído de acordo com 3 primitivas:

- determinar os papéis de usuário;
- descobrir quais atividades são executadas sob a responsabilidade de cada papel;
- descobrir como cada atividade é disparada.

O modelo de gatilhos contém informação sobre quais eventos podem disparar uma atividade, mas não sobre qual evento realmente o faz. Além disso, o modelo contém apenas um tipo de atividade, representada por retângulos. Isto é suficiente para o modelo inicial, que é usado principalmente na comunicação com os usuários que participam do processo. O modelo, assim, precisa ser enriquecido com a adição de dados temporais com o propósito de definir precisamente quais eventos são responsáveis pelo disparo de cada atividade. Desta maneira, os retângulos são substituídos por círculos, triângulos ou construções de círculos e triângulos. Um círculo representa uma atividade atômica ou básica, e significa que a atividade não pode ser dividida em subatividades mais especializadas. Um exemplo de atividade básica é uma decisão.

Um triângulo, por sua vez, representa um ponto de sincronização, e significa que a atividade está servindo para sincronizar gatilhos, ou seja, direcionar gatilhos para várias atividades. Também serve para acumular vários gatilhos em um gatilho apenas.

Uma atividade básica contém tarefas simples. Essas tarefas podem ser representadas por *tokens* que são passados tão logo as atividades correspondentes estejam prontas para execução. Assim, em qualquer instante de tempo um círculo corresponde a uma lista de tarefas a qual será executada pela atividade correspondente. No término da atividade, uma outra atividade pode ser disparada, e a passagem de tokens representa o fluxo de trabalho da rede representada. Isto é freqüentemente verificado quando uma atividade precisa iniciar apenas quando outras atividades tenham terminado.

Os retângulos podem continuar fazendo parte de modelos mais refinados se a atividade representada é muito complexa ou se ela deve ser analisada em um modelo separado. O retângulo, nestes casos, é usado como um apontador para o modelo particular. O refinamento de um processo no modelo de gatilhos pode ser feito até que o modelador tenha conseguido representar todos os aspectos relevantes do fluxo de trabalho.

- Conexões entre tarefas: as conexões estipulam os tipos de roteamento possíveis entre duas atividades A e B a serem executadas. O modelo possui um conjunto extremamente rico destas construções. Além do roteamento seqüencial, podem existir quatro tipos de splits:
 - total: após o término de A, todas sucessoras são habilitadas;
 - não-determinístico: após o término de A, um número k de atividades sucessoras é escolhido não-deterministicamente para habilitação;
 - condicional: uma condição é avaliada e somente as atividades sucessoras com condição verdadeira são habilitadas;
 - condicional com exclusão mútua: uma condição é avaliada e somente uma atividade será habilitada.

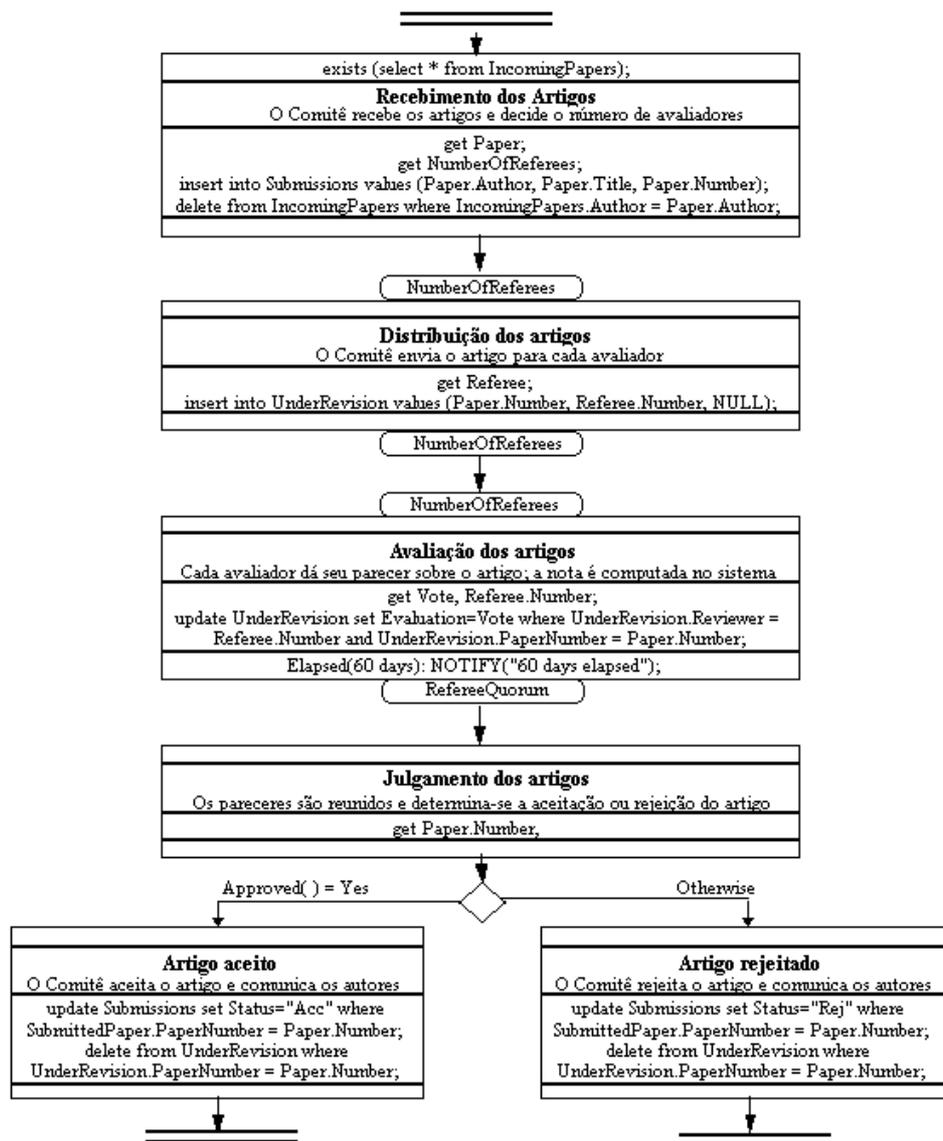


Figura 1.4: Modelo de Casati/Ceri para um processo de seleção de artigos

O modelo ainda inclui três tipos de joins:

- total: a atividade A é habilitada somente após o término de todas suas predecessoras;
- parcial: a atividade A é habilitada após o término de um número k de atividades predecessoras. O término posterior de outras atividades predecessoras não influi no fluxo de trabalho;
- iterativo: a atividade A é habilitada após cada término de um número k de atividades predecessoras. Assim, a atividade A pode ser habilitada várias vezes, gerando diversas execuções em paralelo.

Neste modelo, uma atividade é representada por uma caixa, contendo quatro divisões, cada uma das quais armazena um ou mais de seus elementos. De cima para baixo, situam-se a lista de pré-condições, o nome e descrição da tarefa, a lista de ações e a lista de exceções. Os símbolos de início e fim são denotados pelas duas linhas horizontais paralelas. A Figura 1.6 mostra como seria este modelo aplicado a um processo de seleção de artigos. O modelo de dados é retirado de (24).

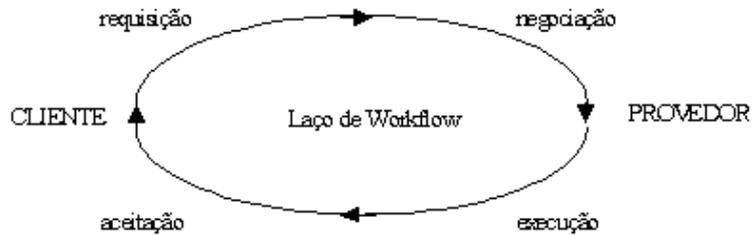


Figura 1.5: Estrutura do laço de fluxo de trabalho do modelo de ações

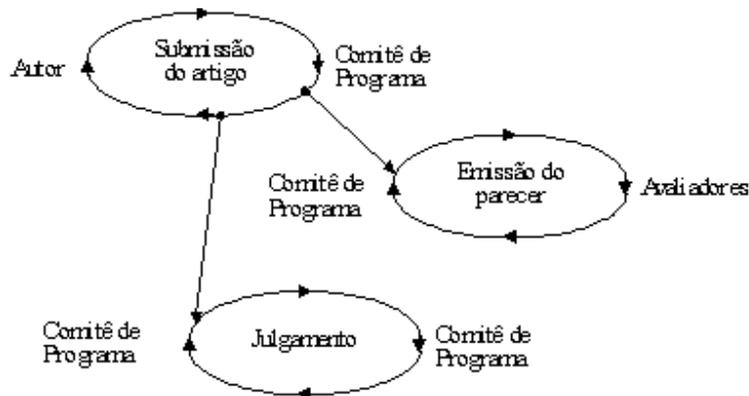


Figura 1.6: Modelo ações para um processo de seleção de artigos

1.2.4 Modelo de Ações

O modelo de ações assume que o objetivo de um processo é aumentar a satisfação do cliente deste processo. Para tal, todas as ações realizadas no fluxo de trabalho são reduzidas a um conjunto limitado de atos da fala, classificados e ordenados de determinada forma, e que representam as interações possíveis entre o cliente e o provedor do processo.

Um aspecto único da técnica do modelo de ações é a compreensão particular do conceito de trabalho que seus autores possuem. (26), sustenta que o trabalho humano pode ser visto como uma cadeia de criações e cumprimentos de compromissos. Além disso, ele afirma que a coordenação eficaz das atividades é o mesmo que comunicação eficaz, e que o fluxo de trabalho poderia ser acompanhado pela observação dos atos da fala empregados por estas pessoas para coordenarem-se entre si.

Esta definição é radicalmente diversa da assumida pelos modelos baseados em atividades, onde existem claramente definidos um processo e conjuntos de entradas e saídas. Os defensores do modelo de ações, como (27), no entanto, sustentam que os modelos baseados em atividades, por serem originários de técnicas mecanicistas de trabalho, como o taylorismo, criados para modelar atividades repetitivas e totalmente determinísticas, como uma linha de produção, não são adequados para modelar o trabalho de pessoas com poder de decisão, pois não conseguem representar os compromissos entre as pessoas. Esses modelos, segundo (27), não consideram os processos humanos onde as pessoas solicitam trabalho e concordam sobre o que será efetivamente realizado, quem o fará, e quando deve estar pronto, além de não prover um mecanismo para assegurar que o cliente está satisfeito.

Ao basear-se na comunicação entre as pessoas para representar a coordenação entre elas, este modelo tenta capturar não somente as atividades desempenhadas, mas também levantar diversos aspectos culturais da organização. (27) considera que esta técnica é capaz de mostrar as inconsistências do trabalho, revelar as relações de confiança, e guiar a reestruturação dos processos de trabalho rumo a uma maior satisfação e produtividade.

A partir da teoria dos atos da fala (28), e da compreensão dos autores sobre como se desenrola o processo de comunicação dentro das organizações, foi proposto um loop básico de trabalho, também denominado laço de fluxo de trabalho. Esse laço, segundo (29), representa fielmente a estrutura da comunicação humana, sendo genérico para qualquer situação de trabalho que se deseje modelar e universal, no sentido em que é independente de qualquer cultura, linguagem ou meio de comunicação utilizado para conduzi-lo. Esse laço identifica quatro fases na comunicação entre o cliente (aquele que solicita que algo seja realizado) e o provedor (aquele que executará algo para o cliente) do processo, na ordem abaixo:

- requisição: o cliente requisita ao provedor que uma ação seja executada ou o provedor se oferece para executar alguma ação;
- negociação: o cliente e o provedor concordam sobre a ação a ser executada e definem as condições para a satisfação do cliente (por exemplo, prazo de entrega, nível de qualidade e preço);
- execução: a ação é realizada (pelo provedor) de acordo com os termos estabelecidos. Ao final desta fase, o provedor declara ao cliente que a tarefa está pronta;
- aceitação: o cliente relata sua satisfação (ou insatisfação) com a ação realizada. Caso haja insatisfação, até o final do loop, a situação deve ser resolvida.

Cada laço de fluxo de trabalho entre um cliente e um provedor pode ser ligado a outros laços de fluxo de trabalho para modelar um processo de negócios completo. Um provedor em um determinado laço de fluxo de trabalho pode ser um cliente em outro laço. O modelo resultante revela a rede social dentro da qual um grupo de pessoas, assumindo diversos papéis, executam um processo da organização.

1.3 Componentes do fluxo de trabalho

Fluxos de trabalho consistem de diversos componentes. De acordo com a taxonomia apresentada por (30), estes componentes são:

- Tarefas: o sistema de fluxo de trabalho é composto por diferentes tarefas ou atividades, que devem ser cumpridas para se atingir um objetivo de negócio ;
- Pessoas: pessoas específicas ou entidades automatizadas (realizando tarefas de pessoas) que desempenham as atividades em uma ordem determinada ;
- Ferramentas: o sistema de fluxo de trabalho não desempenha todas as atividades em si. Muitas vezes faz uso de sistemas computacionais específicos e dedicados para executar determinadas tarefas. Como exemplo, uma tarefa exige que um texto seja comentado. Para tanto, o sistema inicializa um editor de texto externo possibilitando que o texto seja mostrado e editado;
- Dados: as informações acessadas pelas ferramentas para realizar as tarefas. As condições ou regras determinadas por uma organização, são responsáveis pela definição da ordem de execução das tarefas, quem deve executá-las e quais ferramentas estarão disponíveis para realização das mesmas.

Segundo MARSHAK em (30), também apresenta um conjunto de atributos de sistemas de fluxo de trabalho, simplificados como um conjunto de três Rs e três Ps:

- Roteamento (*Routes*): roteamento de diversos tipos de objetos de diferentes formas - documentos, formulários, aplicações, informações, etc;
- Regras (*Rules*): determinam qual informação deve ser roteada e para quem;
- Papéis (*Roles*): definição de papéis independentemente de pessoas ou processos específicos. Pessoas podem ou não executar determinados papéis;
- Processos (*Processes*): identificação de processos/procedimentos que foram desenvolvidos para satisfazer e contemplar as regras de negócio de uma organização;
- Políticas (*Policies*): identificação de políticas formais que a empresa possui, que determinam como cada processo de negócio deve ocorrer (regras de negócio da organização).
- Práticas (*Practices*): compreensão de como as atividades realmente ocorrem no cotidiano da organização, para completar as políticas formais com a realidade de como elas são efetivamente executadas.

1.4 A WfMC - *Workflow Management Coalition*

Com o intuito de estimular o uso da tecnologia de fluxo de trabalho, procurando resolver os problemas de interoperabilidade acima citados, criou-se em 1994, a 'Coalizão para Gerenciamento de Fluxo de Trabalho' (WfMC) (31). A WfMC é uma organização não lucrativa de fornecedores de produtos de fluxo de trabalho, usuários, consultores e pesquisadores, que lidera os esforços para resolver os problemas de interoperabilidade entre os diferentes produtos de fluxo de trabalho, através de padrões próprios. Os primeiros esforços da WfMC foram:

- a padronização dos termos usados no contexto do fluxo de trabalho (32);
- a abstração, a partir das aplicações com fluxo de trabalho e dos sistemas de gerenciamento de fluxo de trabalho existentes na época, de uma arquitetura comum a eles, conhecida como "Modelo de Referência de fluxo de trabalho da WfCM" (*The WfMC's Reference Model*) (33), arquitetura baseada no modelo de dois níveis cliente-servidor;
- a formalização das interfaces entre os componentes da arquitetura (33–37).

Embora a terminologia padronizada pela WfMC continue sendo a de maior aceitação, o seu Modelo de Referência está hoje ultrapassado, na perspectiva de interconectividade de redes. O Modelo de Referência reflete o fato de que os sistemas tradicionais de fluxo de trabalho foram projetados para um ambiente homogêneo, no qual todos os fluxos de trabalho seriam especificados num único modelo proprietário de especificação de fluxo de trabalho, executando-se também num ambiente proprietário e utilizando recursos humanos e computacionais registrados num único serviço de diretório.

O atual ambiente de redes globais e conectividade entre várias empresas tem conduzido à necessidade de especificar novos padrões que enfoquem os problemas de execução de fluxos de trabalho descentralizados e distribuídos via componentes, através da infraestrutura da rede global. A integração entre organizações e seus sistemas de computação empresarial é hoje uma necessidade. Foi mencionado em (38) que, numa indústria altamente competitiva, dois dos principais fatores de sucesso são:

- aquisição e retenção de clientes;
- provisão de características de valor agregado e serviços combinados.

Esses dois fatores conduzem à necessidade de integração entre organizações, já que os clientes preferem tratar com um só provedor de serviços e a maioria dos serviços com valor agregado requerem a integração do que os diferentes provedores têm a oferecer. Esses processos de negócios virtuais (39, 40) que operam através de várias empresas, podem ser implementados usando um conjunto de definições de fluxo de trabalho (41) criadas para suportar segmentos particulares de todo o processo. Contudo, as definições específicas de fluxo de trabalho devem ser desenvolvidas tendo em vista o seu intercâmbio ou uso em diferentes domínios.

1.5 O Modelo de Referência da WfMC

Para definir padrões na área de fluxo de trabalho, uma das primeiras medidas adotadas pela WfMC foi a identificação das partes dos Sistemas de Gerenciamento de Fluxo de trabalho e das aplicações baseadas em fluxo de trabalho que deveriam ser padronizadas, para permitir que blocos desenvolvidos independentemente pudessem interagir. Como resultado desse processo foi publicado o 'Modelo de Referência de Fluxo de trabalho da WfMC' ilustrado na Figura 1.7. Esse Modelo identifica a arquitetura comum às aplicações baseadas em fluxo de trabalho e aos sistemas de gerenciamento de fluxo de trabalho, ou seja, os componentes principais dessas aplicações e sistemas e as interfaces abstratas para a interação entre eles.

A Figura 1.7, ilustra os principais componentes e interfaces que fazem parte da arquitetura de um fluxo de trabalho.

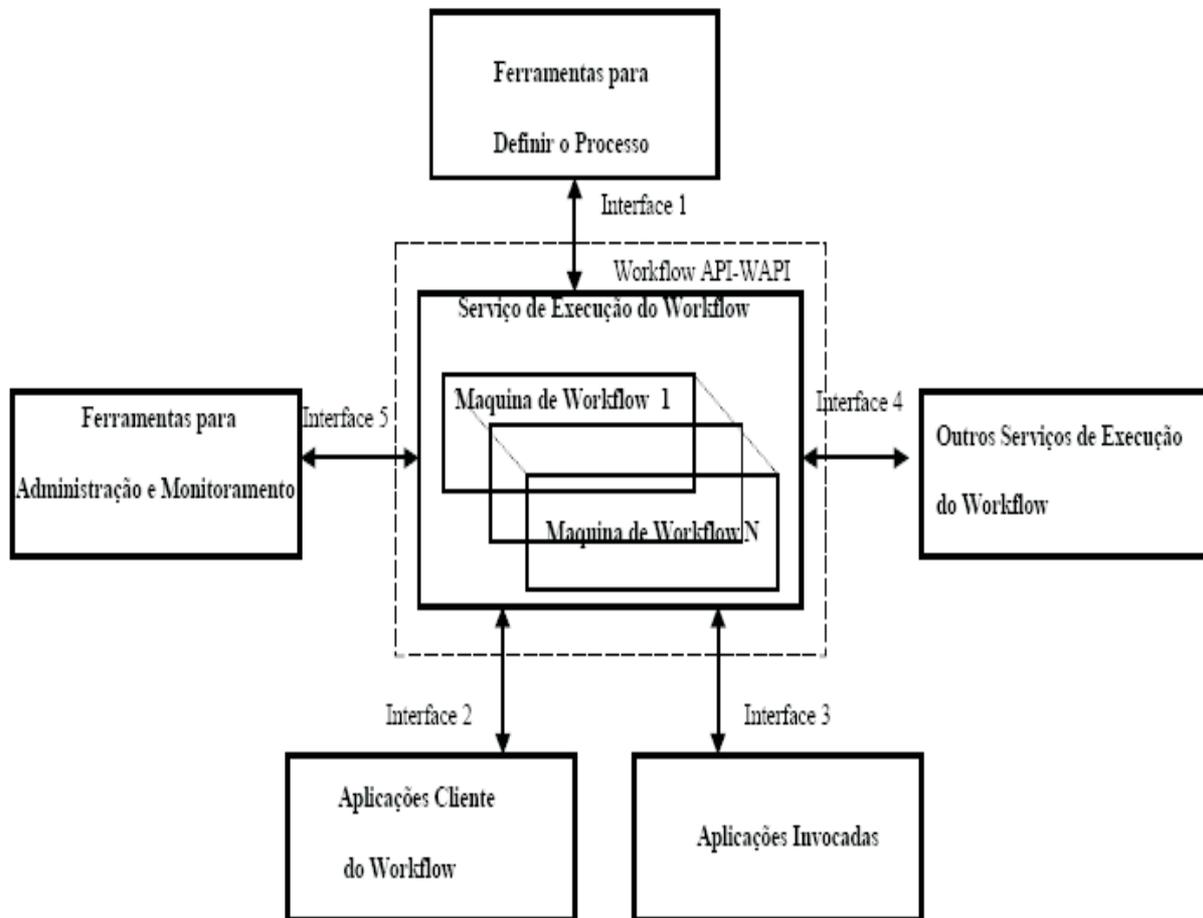


Figura 1.7: Modelo de referência de fluxo de trabalho da WfMC, (33)

O Modelo de Referência da WfMC mostrado na Figura 1.7 define cinco componentes :

- Ferramentas para Definir o Processo: ferramentas usadas para capturar a lógica do processo de negócio numa notação de alto nível de abstração;
- Serviço de Execução do Fluxo de trabalho: é o software servidor do fluxo de trabalho e nervo central do sistema de fluxo de trabalho. É responsável pela administração do processo, distribuição e invocação das atividades. Para a execução de instâncias particulares de fluxo de trabalho é usada a máquina de fluxo de trabalho;
- Aplicações Cliente do Fluxo de trabalho: são aplicações com interface gráfica para o usuário ver e administrar no servidor de fluxo de trabalho o conteúdo de sua lista de trabalho e interagir com seus itens de trabalho gerenciados pelo servidor de fluxo de trabalho;
- Aplicações Invocadas: são as aplicações invocadas pelo servidor de fluxo de trabalho para realizar atividades automatizadas;
- Ferramentas para Administração e Monitoramento: ferramentas usadas para administrar a execução e monitorar o estado do fluxo de trabalho, através do sistema de fluxo de trabalho.

O modelo define também interfaces entre esses componentes. O conjunto de interfaces é conhecido como WAPI (*Workflow Application Programming Interface*). A seguir, é dada uma descrição de cada uma delas:

- Interface 1: A interface entre a Ferramenta para Definir o Processo e o software de gerenciamento do fluxo de trabalho (Serviço de Execução do Fluxo de trabalho). Define um formato e um conjunto de chamadas ao WAPI para intercambiar as especificações do processo entre as Ferramentas para Definir o Processo e o servidor do fluxo de trabalho. (Interface entre a ferramenta e o servidor de fluxo de trabalho);
- Interface 2: Provê o conjunto de interações entre uma Aplicação Cliente do Fluxo de trabalho e o servidor do fluxo de trabalho (Serviço de Execução do Fluxo de trabalho). Estas incluem interação com a lista de trabalho, controle do processo de fluxo de trabalho e funções administrativas. (Interface entre o cliente e o servidor de fluxo de trabalho);
- Interface 3: Esta interface descreve como são invocadas as aplicações. (Interface entre o servidor de fluxo de trabalho e as atividades);

- Interface 4: Esta interface descreve as interações entre dois servidores de fluxo de trabalho (entre Serviços de Execução do Fluxo de trabalho). As interações incluem iniciação, consulta e controle do processo de fluxo de trabalho e suas atividades e funções administrativas. (Interface entre servidores de fluxo de trabalho);
- Interface 5: Provê o conjunto de funções para administrar e monitorar um servidor de fluxo de trabalho. (Interface entre o monitor e o servidor de fluxo de trabalho).

1.5.1 Terminologia básica da WfMC relacionada com Fluxo de trabalho

Processo de Negócio

Um processo de negócio é algo que se desenvolve na vida real, definido por passos que conduzem à realização de metas de negócio e por regras que determinam a seqüência dos passos, normalmente dentro do contexto de uma estrutura organizacional que define papéis e relacionamentos. Um processo de negócio pode consistir de atividades automatizáveis e de atividades manuais, as quais ficam fora do âmbito do gerenciamento do fluxo de trabalho. Os processos de negócio existem independentemente dos sistemas de fluxo de trabalho.

Processo

É a visão formalizada de um processo de negócio representado como um conjunto coordenado (paralelo/ou serial) de uma ou mais atividades ou procedimentos conectados os quais, coletivamente, realizam um objetivo ou uma meta.

As atividades podem ser manuais ou automatizáveis. Pode ser representado por uma rede de atividades ou por um grafo de atividades orientadas ou por uma folha de instruções.

Fluxo de trabalho

A automação de um processo de negócio (em sua totalidade ou em parte) durante a qual documentos, informação, tarefas são passadas de um participante ao outro (para que seja realizada uma ação), de conformidade com um conjunto de regras de procedimento.

A automação do processo é definida dentro de uma definição de processo que identifica as atividades, regras de procedimento e dados de controle, usados para administrar o fluxo de trabalho durante a execução do processo.

Definição de Processo

A representação de um processo de negócio numa forma que suporte a manipulação automatizada (modelagem, execução) por um sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho.

A definição de processo consiste da rede das atividades e seus relacionamentos, critérios para iniciar ou terminar o processo e informação sobre participantes, aplicações e dados associados. Pode incluir a definição dos aspectos manuais e dos aspectos automatizáveis do processo.

Definição de Fluxo de trabalho

É a parte da definição de processo que inclui só os seus aspetos automatizáveis. Se faz uma diferenciação entre uma definição de processo e as atividades dentro dela que são automatizáveis, o termo definição de fluxo de trabalho é usado.

Atividade

A descrição de um elemento de trabalho que forma um passo lógico dentro de um processo. Uma atividade dentro do fluxo de trabalho requer recursos humanos ou de máquina para suportar sua execução; se requerer recursos humanos ela é alocada a um participante do fluxo de trabalho.

Uma atividade, como unidade mínima de trabalho, é programada por uma máquina de fluxo de trabalho, durante a execução do processo, embora possa resultar em vários itens de trabalho, alocados a um participante do fluxo de trabalho.

Participante do fluxo de trabalho

É o recurso que realiza o trabalho representado por uma instância de uma atividade. Esse trabalho geralmente manifesta-se como um ou vários itens de trabalho, que são alocados ao participante do fluxo de trabalho, via uma lista de trabalho.

Item de trabalho

A representação do trabalho a ser executado por um participante do fluxo de trabalho, no contexto de uma atividade, dentro de uma instância de processo.

Um item de trabalho não forma um passo lógico dentro do processo e é a forma de associar uma instância de atividade com um participante de fluxo de trabalho.

Lista de trabalho

Uma lista de itens de trabalho, associada com um dado participante do fluxo de trabalho (ou em alguns casos com um grupo de participantes do fluxo de trabalho que compartilham a mesma lista de trabalho).

Sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho

O sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho é composto por um conjunto de produtos de software que permitem definir o processo de fluxo de trabalho, analisá-lo, executá-lo automaticamente e monitorá-lo.

O sistema basicamente é formado por dois módulos, um para ser usado no momento de projetar a representação computadorizada da lógica do fluxo de trabalho, e outro usado no momento da execução do sistema. O módulo usado no momento do projeto consiste na ferramenta para definir o processo. O módulo usado no momento de execução é conhecido como o serviço de execução do fluxo de trabalho e provê o ambiente computacional para a execução do processo de fluxo de trabalho. Este serviço de software pode ser composto por máquinas de fluxo de trabalho para criar, administrar e executar instâncias particulares de fluxo de trabalho.

As aplicações interagem com este serviço via a WAPI ferramentas para definir o processo, que são ferramentas usadas para capturar a lógica do processo de negócio, numa notação de alto nível.

Serviço de execução do fluxo de trabalho

Software servidor do fluxo de trabalho e nervo central do sistema de fluxo de trabalho. É responsável pela administração do processo, distribuição e invocação das atividades. Para a execução de instâncias específicas de fluxo de trabalho usam-se máquinas de fluxo de trabalho.

Máquina de Fluxo de trabalho

Este serviço de software cria, administra e executa instâncias específicas de fluxo de trabalho. As máquinas de fluxo de trabalho fazem parte do Serviço de Execução do Fluxo de trabalho e são administradas por ele.

Aplicações cliente do fluxo de trabalho

São uma aplicações com interface gráfica para o usuário ver e administrar no servidor de fluxo de trabalho o conteúdo de sua lista de trabalho e interagir com seus itens de trabalho no servidor.

WAPI

As interfaces para que as aplicações de fluxo de trabalho e ferramentas possam interagir com o sistema de gerenciamento do fluxo de trabalho. Essas especificações visam a interoperabilidade entre os diferentes componentes de um sistema de gerenciamento de fluxo de trabalho e as aplicações.

A figura 1.8 representa a terminologia básica da WfMC relacionada com Fluxo de trabalho.

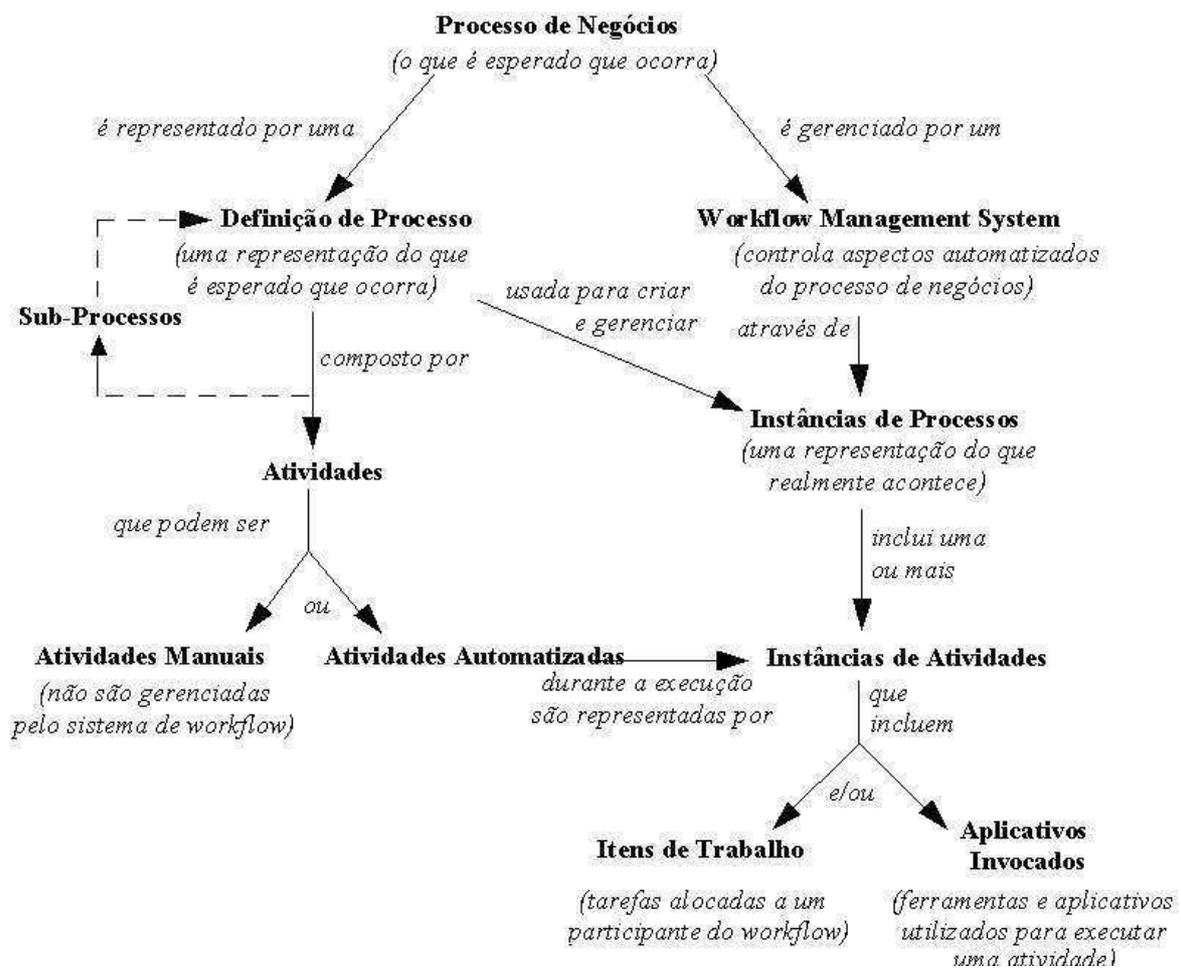


Figura 1.8: Conceitos e terminologia básica associada ao fluxo de trabalho, (1)

Em resumo, os esforços de padronização da WfMC em fluxo de trabalho foram orien-

tados à criação de especificações de interoperabilidade, que podem classificar-se em duas categorias:

- especificações para a modelagem e definição de processos de fluxo de trabalho;
- especificações para interoperabilidade em tempo de execução.

No próximo capítulo será apresentado o método proposto para o desenvolvimento de aplicação *Workflow* para dispositivos móveis.

Capítulo 2

Método para Desenvolvimento de Aplicações de Fluxo de Trabalho

Nessa seção será apresentado o método adotado para o desenvolvimento da aplicação, detalhando as etapas do *Workflow* e da Interface.

O método se propõe a dar apoio ao desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis com *Workflow*.

2.1 Análise de Requisitos

A análise de requisitos é uma tarefa da engenharia de software que efetua a ligação entre a alocação de software em nível de sistema e o projeto de software. A análise de requisitos possibilita que seja especificada a função e o desempenho do software, que seja concebida a interface do software com outros elementos do sistema e estabelece quais são as restrições de projeto que o software deve enfrentar

Esta fase captura as intenções e necessidades dos usuários do sistema a ser desenvolvido através do uso de funções chamadas *Use-Cases*, que descrevem as necessidades de um determinado sistema.

O princípio básico da análise de requisitos é identificar e documentar as necessidades comunicando-as a todos os envolvidos no projeto, de maneira não-ambígua e identificando os riscos.

A análise de requisitos também pode ser desenvolvida para sistemas de negócios, e não apenas para sistemas de software. Neste caso os atores podem ser sistemas ou outros software. A fase de análise de requisitos preocupa-se com as primeiras abstrações e mecanismos presentes no contexto do problema.

Está é a etapa inicial do processo, para ajudar na modelagem dos requisitos foram utilizados alguns diagramas propostos na UML (*Unified Modeling Language*) que é uma linguagem gráfica padrão para a elaboração da estrutura de projetos de software, os diagramas utilizados são:

- diagrama de casos de uso, para ilustrar as interações do usuário com o sistema;
- diagrama de classes, para ilustrar a estrutura lógica;
- diagrama de atividades e de seqüência para ilustrar o fluxo de eventos.

Cada fase do método conta com artefatos de entrada e artefatos de saída. Para a fase de análise de requisitos o artefato de entrada consiste nas informações coletadas junto ao cliente, os artefatos de saída são as regras do processo e o modelo de dados que compõem os artefatos de entrada para a próxima fase. A seguir, será feita a descrição dos artefatos contidos na fase de análise de requisitos.

2.1.1 Descrição do processo

A descrição do processo é feita a partir de um conjunto de regras coletadas e analisadas na fase de análise de requisitos bem como as pessoas envolvidas no processos, chamadas a sistemas internos ou externos. Nesta etapa foi feita a discriminação sistemática a ser automatizada ou melhorada, obtida do cliente na fase anterior.

Com o apoio dos diagramas citados será feita toda uma análise prévia do processo a ser modelado. Os produtos desta fase são os diagramas de casos de uso e o diagrama de atividades.

2.1.2 Modelo de dados

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura de uma base de dados. Por estrutura de uma base de dados entende-se os tipos de dados, relacionamentos e restrições pertinentes aos dados. Muitos modelos de dados também definem um conjunto de operações para especificar como recuperar e modificar a base de dados.

Muitos modelos de dados têm sido propostos. Pode-se classificar os modelos de dados baseando-se nos tipos de conceitos que fornecem para descrever a estrutura da base de dados. Modelos de dados conceituais ou de alto-nível fornecem conceitos próximos à percepção

dos usuários. Já os modelos de dados físicos ou de baixo-nível fornecem conceitos que descrevemos detalhes de como os dados são armazenados no computador.

O produto desta fase é o diagrama de classes que juntamente com diagrama de atividades formam o conjunto de artefatos esperados para a fase de análise de requisitos, esses artefatos agora serão usados como artefatos de entrada da próxima fase.

2.2 Modelagem do fluxo de trabalho

Uma vez de posse das regras de negócio que estão representadas no diagrama de atividades e no modelo de dados descrito no diagrama de classes, pode ser iniciada a próxima fase que é a modelagem do fluxo de trabalho. Agora todos os fluxos descritos serão modelados na forma fluxos de trabalho usando a notação própria.

Para tal, é necessário uma ferramenta de modelagem para fluxo de trabalho, para que no final desta fase possa se ter um modelo que reflita a real situação do sistema e que não fuja da notação usada na modelagem de fluxo de trabalho. O artefato esperado para essa fase é o modelo de fluxo de trabalho.

Existem dois tipos de tarefas na modelagem do fluxo de trabalho:

- tarefas atômicas, representam tarefas que não podem ser mais divididas;
- tarefas múltiplas, representam tarefas que podem ser divididas.

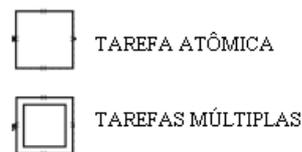


Figura 2.1: Representação de tarefas no YAWL

Para a decomposição de tarefas são usadas dois tipos de operações:

- *SPLIT* (Separação);
- *JOIN* (Junção).

Existem três tipos de operadores:

- *AND*;

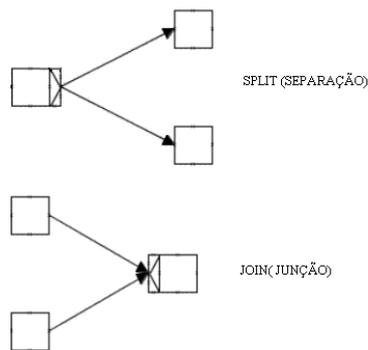


Figura 2.2: Representação de *SPLIT* e *JOIN* no YAWL

- *OR*;
- *XOR*.

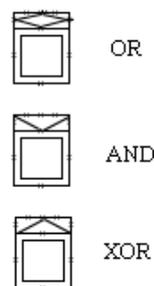


Figura 2.3: Representação de *AND*, *OR* e *XOR* no YAWL

2.2.1 Ferramenta utilizada

O YAWL promove um ambiente de suporte para especificar, analisar e executar processos de negócios e simplificar a especificação de processos de negócios executáveis sem o distúrbio de considerações técnicas desnecessárias.

O ambiente consiste de um motor de fluxo de trabalho *open source* e de um editor gráfico, ambos codificados em Java, usa XML e são compatíveis com SOAP (*Simple Object Access Protocol*) e WSDL (*Web Services Description Language*).

A Figura 2.7 representa a arquitetura utilizada na ferramenta YAWL.

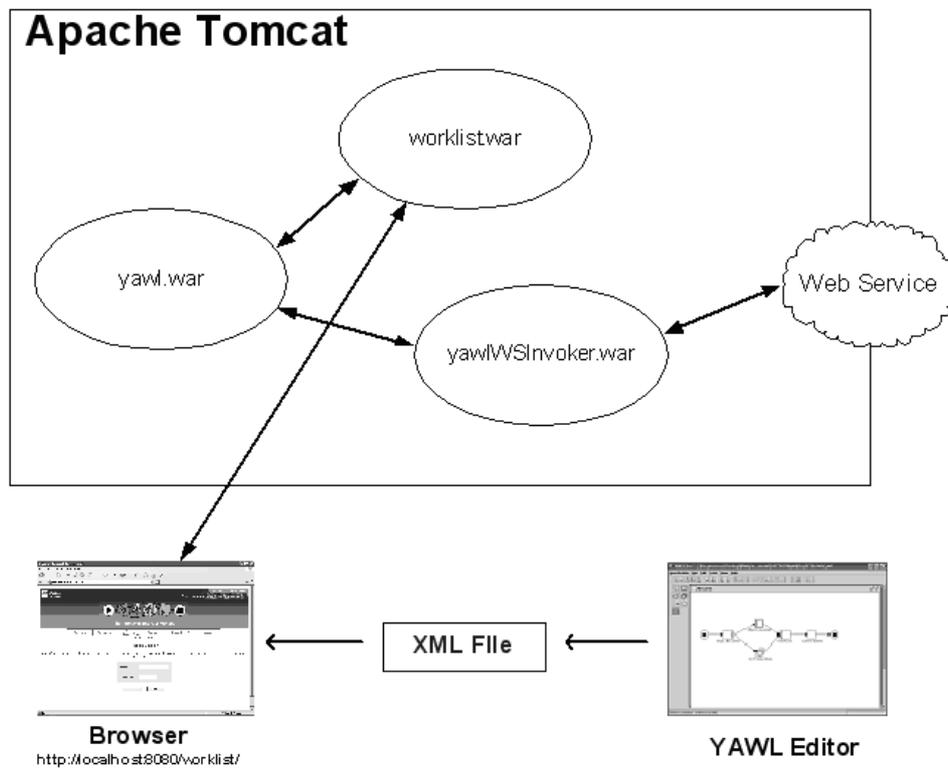


Figura 2.4: Arquitetura do YAWL

2.2.2 Modelo de Fluxo de trabalho

O modelo de fluxo de dados é o produto esperado para essa etapa, nele é contida toda a modelagem do fluxo de trabalho na ferramenta YAWL.

Na descrição do modelo são usados todos os conceitos citados no capítulo anterior. Todos os processos precisam ser modelados, inclusive aqueles que não serão automatizados. Ao final da etapa teremos um modelo que reflete todos os processos automatizados e os não automatizados, mostrando a integração entre eles.

A Figura 2.5 mostra o ambiente da ferramenta YAWL.

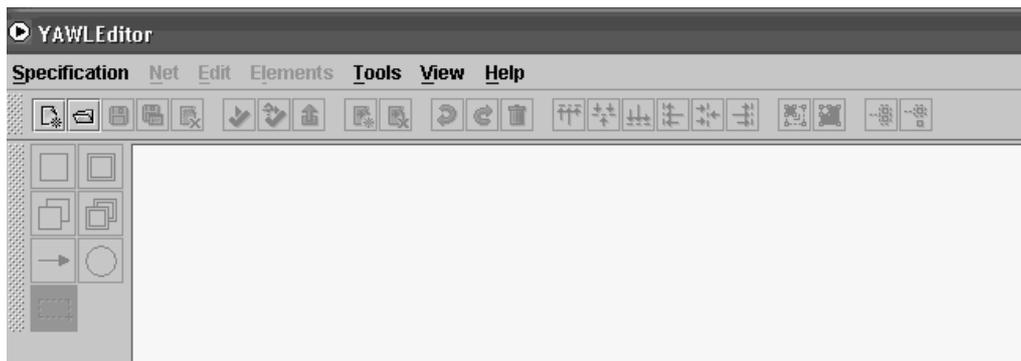


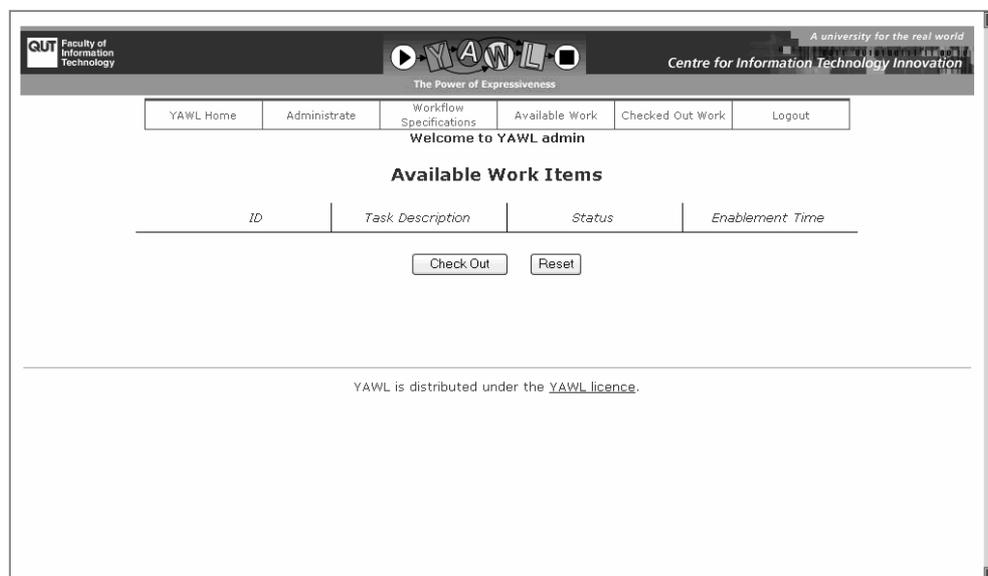
Figura 2.5: A ferramenta de modelagem YAWL

2.2.3 Validação do Modelo de *Workflow*

Na etapa seguinte é necessário validar o modelo que foi gerado. Para tal se faz necessário utilizar uma ferramenta que vem disponível no YAWL denominada Motor de *Workflow*.

Esta ferramenta tem por finalidade percorrer todos os fluxos que foram modelados verificando se os mesmos contém erros e se estão realmente percorrendo os caminhos que foram modelados. Tal validação também pode ser feita com os dados reais que são confrontados com os dados esperados.

A Figura 2.6 mostra o Motor de *Workflow*

Figura 2.6: Visão Geral do Motor de *Workflow*

2.3 Desenvolvimento da aplicação

2.3.1 Projeto de Interface

Para a concepção interface foi usada a metodologia MCIE (Método para Concepção de Interfaces Ergonômicas), amplamente utilizada nos projetos realizados no âmbito do GIHM (Grupo de Interface Homem - Máquina) na Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Campina Grande. A metodologia tem por objetivo apoiar a concepção da interface de produtos baseada em critérios ergonômicos e princípios de usabilidade (42).

A modelagem da tarefa que é considerada por diversos autores como um dos pontos mais relevantes no projeto de interfaces para sistemas interativos, uma vez que (42):

- representa ações e seus relacionamentos através de atividades lógicas;
- possibilita a obtenção de requisitos de forma mais rápida, os quais são mais fáceis de verificar e validar;
- o modelo obtido, geralmente, é de compreensão mais simples e fácil tanto para usuários quanto para a equipe de desenvolvimento.

A análise e modelagem da tarefa têm por objetivos (42):

- documenta e comunica conhecimento entre projetistas;
- analisa o trabalho e encontrar gargalos;
- estrutura as idéias do projetista;
- possibilita a discussão de aspectos da tarefa entre membros da equipe de projeto;
- possibilita a proposta de mudanças no processo;
- possibilita a comparação de alternativas entre projetistas e clientes.

A concepção da interface, por muito tempo foi considerada como sendo uma atividade de segunda ordem, pois o que realmente importava eram as questões relacionadas às funcionalidades. Entretanto, aos poucos, os profissionais perceberam que interfaces difíceis de serem usadas e aprendidas, resultavam em alta taxa de erros cometidos pelo usuário. Percebeu-se que havia a necessidade de um projeto claro e consistente da interface da aplicação, visando inculcar-lhe o maior grau possível de facilidade de uso e de aprendizado (42).

O MCIE possui as seguintes características (43):

- utiliza a noção de artefato, de forma que ao término de cada etapa há a geração de um produto;
- utiliza uma abordagem incremental, de forma que os resultados de uma etapa constituem artefatos de entrada para etapas posteriores;
- o ciclo de concepção é centrado na avaliação, assim os resultados de cada etapa são submetidos à avaliação antes de constituírem a entrada da etapa seguinte.

2.3.2 J2ME - *Java Micro Edition*

O J2ME é a mais recente plataforma Java voltada para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, as outras edições são J2SE (*Java Second Edition*) focada para o uso em desktops e estações de trabalho e J2EE (*Java Enterprise Edition*) voltada para ambiente de servidores. Cada plataforma Java é indicada para aplicações específicas, embora haja uma sobreposição entre as edições. O J2ME em contraste ao J2EE possui um pequeno número de classes. Além disso, dispõem de muito menos recursos computacionais.

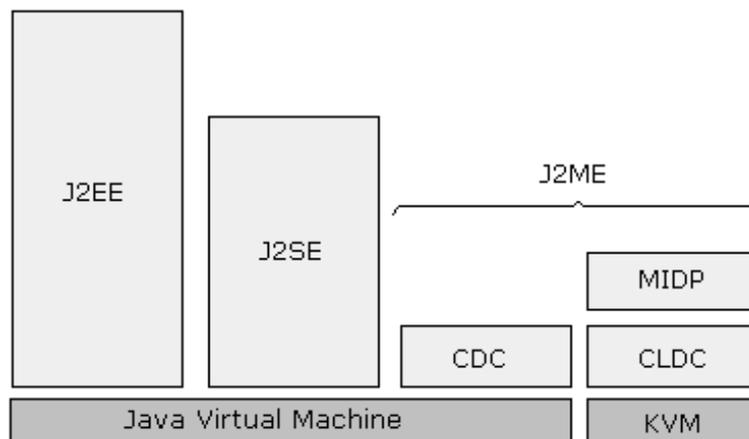


Figura 2.7: Edições Java e J2ME

Com a introdução de Java em equipamentos eletrônicos, estes se tornaram capazes de se conectar a um browser, baixar aplicativos Java e executá-los, deixando de ter natureza puramente estática. O J2ME constitui um conjunto de especificações, que define uma JVM (*Java Virtual Machine*), um conjunto de APIs (*Application Programming Interface*) e ferramentas, com utilização direcionada para dispositivos com poder limitado de processamento, memória e conectividade, dentre eles, telefones celulares, e *handhelds*.

O J2ME abrange dispositivos cujos recursos podem variar muito, por exemplo, os celulares e PDA's (*Personal Digital Assistant*) têm um tamanho físico limitado, porém um PDA possui uma resolução (a partir de 20000 pixels) muito superior ao do celular (resolução total de 12288 pixels), Por esse motivo, o J2ME é dividido em configurações, perfis e APIs opcionais.

Configurações

Uma configuração define uma plataforma Java para uma faixa de equipamentos, ela especifica uma JVM que pode facilmente ser portada entre equipamentos que a suportam. Especifica também quais APIs da plataforma J2SE serão adotadas e quais APIs adicionais serão necessárias, ou seja, uma configuração está vinculada a uma JVM e define os requisitos mínimos de funcionamento (44).

A aplicação de uma determinada configuração está diretamente relacionada aos recursos disponíveis no dispositivo, tais como: memória, vídeo, conectividade de rede e o poder de processamento. Atualmente são definidas duas configurações: CDC e CLDC.

CDC - *Connected Device Configuration*

CDC é destinada a equipamentos com no mínimo 512 Kilobytes de memória ROM para executar o JAVA, 256 Kilobytes de memória RAM para alocação em tempo de execução e algum tipo de conexão, possivelmente persistente e com uma alta taxa de transmissão (44). A CDC suporta JVM completa e é voltada para equipamentos como sistemas de navegação via satélite, TV's com recurso de rede e PDAs de maior capacidade.

CLDC - *Connected Limited Device Configuration*

CLDC destina-se a equipamentos que possuam entre 128 a 512 Kilobytes de memória ROM para executar o JAVA, 32 Kilobytes de memória RAM para alocação em tempo de execução, uma interface restrita com o usuário, além de conexão de rede tipicamente sem fio, com uma baixa taxa de transmissão e acesso intermitente (44). Os principais dispositivos para

o CLDC são os pequenos dispositivos tais como celulares, pagers e PDAs menos potentes.

2.3.3 Dispositivos Móveis

O dispositivo móvel adotado foi do tipo PDA, por ser o que a universidade dispunha para tal experimento. Como sistema operacional, foi adotado o sistema *Windows Mobile* que já vem incluindo no aparelho, uma outra escolha poderia ser o sistema operacional Palm/OS.

Na atualidade os esforços para o desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis estão concentrados em duas linguagens de programação:

- Java - linguagem de programação de propriedade da Sun, mas que é de distribuição gratuita;
- .Net - linguagem de programação de propriedade da Microsoft, sendo que a sua distribuição é paga.

Para o desenvolvimento da aplicação foi escolhida a linguagem de programação Java por ser livre de custo e também pela portabilidade dos códigos desenvolvidos em Java que podem ser executados em qualquer sistema operacional, sendo que seja necessário somente a instalação de uma máquina virtual Java.

As máquinas virtuais Java existente, ainda não suportam na sua totalidade o desenvolvimento das aplicações em Java por diversos motivos:

- não implementam todas as API's;
- não suportam todas as classes de conexão com banco de dados;
- para o desenvolvimento das interfaces, somente implementam a classe AWT.

Uma outra escolha a ser levada em consideração é o tipo de conexão lógica a ser escolhida para se realizar a conexão da aplicação com o servidor de dados, dois tipos de conexões são usadas:

- Web-Service;
- Socket.

2.3.4 Escolha do Banco de Dados

Um banco de dados é uma coleção de dados estruturados, um repositório integrado e compartilhado dos dados operacionais. Esses dados podem variar de uma lista de compras a uma grande quantidade de informação referente a dados administrativos de uma empresa. Um SGBD é uma ferramenta que objetiva isolar programas de aplicação dos detalhes do banco, com isso, é necessário um SGBD para adicionar, acessar e processar dados armazenados em um banco de dados.

Os SGBD's simplificam a tarefa de definir aplicações que requerem o compartilhamento de informação entre usuários, programas ou organizações nas quais os usuários da informação, ou mesmo as fontes de informação estão geograficamente dispersas.

Foi escolhido o banco de dados MySQL por ser um servidor robusto de banco de dados SQL multi-tarefa, multi-usuário, e sendo um sistema de banco de dados relacional de código aberto, que oferece suporte a banco de dados cliente/servidor. Suporta diferentes aplicações clientes, além de prover integração com ferramentas de administração e interfaces de programação, tais como C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP e Python.

2.3.5 Arquivos XML - *Extended Markup Language*

Arquivos XML são uma meta - linguagem de marcação, por descrever como o documento deve ser formatado, a partir da adoção de um padrão bem definido, padrão este que é obrigatoriamente respeitado pelo programa que o exibe, o *browser*.

Entretanto, XML fornece um formato padrão para a descrição de dados estruturados, e não mais para a formatação destes mesmos dados. Essa linguagem promove com isso algumas vantagens, como por exemplo:

- declarações mais precisas quanto ao conteúdo;
- resultados mais significativos para consultas em diferentes plataformas.

Como os arquivos XML contém todas as regras da aplicação, então não se faz mais necessários escrever os códigos referentes as partes de regras na aplicação e sim utilizar os arquivos gerados no motor de fluxo de trabalho para tal funcionalidade.

2.4 Etapas do *Workflow*

O método descreve as ações a serem tomadas na etapa do *Workflow* e da Interface, a Figura 2.8 representa o método em uma visão macro das etapas envolvidas

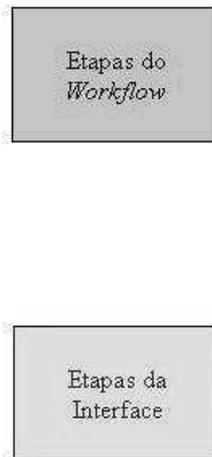


Figura 2.8: Etapas do Método

Na Figura 2.9 são mostradas as etapas e seus desdobramentos em suas sub-etapas.

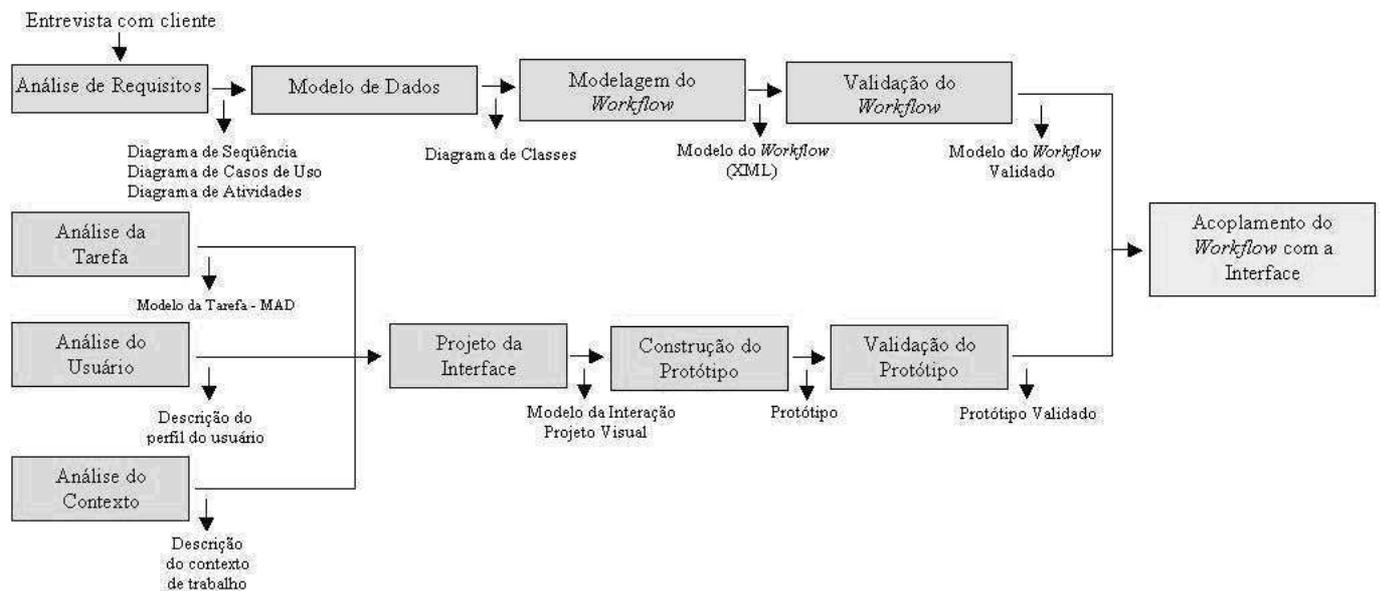


Figura 2.9: Descrição da Etapas

2.4.1 Etapa 1 do *Workflow* - Análise de Requisitos

Na etapa Análise de Requisitos é feito todo o levantamento a cerca do problema a ser resolvido junto ao cliente. Nesta etapa, o foco principal é captar o máximo de informações

sobre o problema a ser solucionado, é utilizada a UML (*Unified Modeling Language*) para a descrição dos diagramas, pois é um padrão amplamente utilizado.

Entrada: entrevistas com o cliente.

Saída: diagrama de seqüência, diagrama de casos de uso e diagrama de atividades.

2.4.2 Etapa 2 do *Workflow* - Modelo de Dados

Na etapa Modelo de Dados é preparada toda a estrutura de banco de dados, onde ficarão armazenadas todas as informações referentes ao levantamento dos requisitos. Foi usado o MySQL por se tratar de uma ferramenta *open source* (código aberto) e *freeware* (livre de licença).

Entrada: diagrama de seqüência, diagrama de casos de uso e diagrama de atividades.

Saída: diagrama de classes.

2.4.3 Etapa 3 do *Workflow* - Modelagem do *Workflow*

A etapa Modelagem do *Workflow* tem como objetivo criar o modelo em forma de *Workflow* dos fluxos levantados durante etapa de Análise de requisitos.

Entrada: descrição do processo, modelo de dados.

Saída: Modelo do Workflow(XML).

2.4.4 Etapa 4 do *Workflow* - Validação do *Workflow*

A etapa Validação do *Workflow* tem como finalidade realizar a validação dos fluxos modelados. Essa validação pode ser feita de duas formas:

- confrontando os dados obtidos com os dados esperados;
- validando os fluxos no motor de *Workflow*.

Entrada: Modelo do Workflow(XML).

Saída: Modelo validado.

2.5 Etapas da Interface

2.5.1 Etapa 1 da Interface - Análise da Tarefa

A etapa Análise da Tarefa consiste em fazer um levantamento dos conjuntos de tarefas a serem executadas pelo usuário.

Entrada: tarefa.

Saída: modelo da tarefa.

2.5.2 Etapa 2 da Interface - Análise do Usuário

Na etapa Análise do Usuário é realizada uma análise dos usuários que utilizarão a interface projetada, levando em consideração o tipo de usuário, idade, conhecimentos de informática e conhecimentos do dispositivo móvel.

Entrada: usuário.

Saída: descrição do perfil do usuário.

2.5.3 Etapa 3 da Interface - Análise do Contexto

A etapa Análise do Contexto levanta os possíveis locais em que os usuários estarão ao usar a interface e se os usuários terão ajuda ou até mesmo se serão capazes de sair situação que fujam ao seu controle.

Entrada: contexto.

Saída: descrição do contexto de trabalho.

2.5.4 Etapa 4 da Interface - Projeto da Interface

Na etapa de Projeto da Interface é onde serão levados em conta todas informações coletadas para poder se dar início a concepção da interface.

Entrada: modelo da tarefa ,descrição do perfil do usuário ,descrição do contexto de trabalho.

Saída: modelo de interação e projeto visual.

2.5.5 Etapa 5 da Interface - Construção do Protótipo

A etapa Construção do Protótipo consiste na criação da interface do software.

Entrada: modelo de interação e projeto visual.

Saída: protótipo.

2.5.6 Etapa 6 da Interface - Validação do Protótipo

Na etapa Validação do Protótipo ocorre a validação da interface por um usuário ou por um conjunto de usuários que a usarão.

Entrada: protótipo.

Saída: protótipo validado.

2.6 Etapa de Acompanhamento do *Workflow* com a Interface

Na etapa Acoplamento do *Workflow* com a Interface o objetivo é fazer com que o modelo que foi gerado seja conectado com a interface que foi validada.

Entrada: *Workflow* validada e protótipo validado.

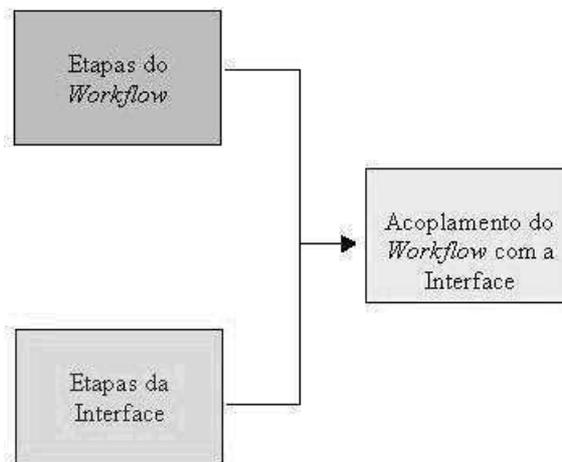


Figura 2.10: Acoplamento das Etapas

2.7 Arquitetura da Aplicação

Após a descrição do método foi verificada a necessidade de ser definida uma arquitetura para a aplicação que será criada, uma vez que se tem noção de todas as etapas para o desenvolvimento do protótipo.

Existe uma interface onde o usuário faz a manipulação do software, essa interface está ligada a um aplicação em Java que fica esperando e mandando requisições para a interface com o usuário.

Uma vez essas requisições chegando elas são enviadas para o motor do *Workflow* onde serão executados os fluxos referentes a requisição e serão enviadas requisições de acesso ao banco de dados ou se as requisições já vem do banco de dados somente são repassadas para a camada acima.

As requisições chegando no banco de dados são executados todos os comandos necessários para a obtenção da informação ou processamento de um determinado fluxo, uma vez que essa informação foi processada a informação é mandada camada acima até a interface com o usuário.

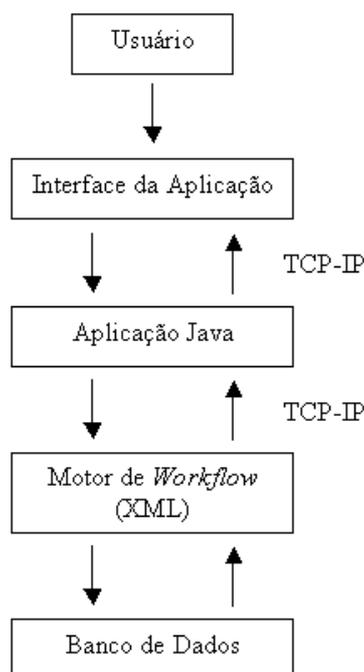


Figura 2.11: Arquitetura da Aplicação

Capítulo 3

Estudo de caso

Nessa seção será mostrado um estudo de caso no qual foi aplicada a metodologia descrita no capítulo anterior.

O estudo de caso refere-se a um tramite de nota fiscal que será descrito próxima seção.

3.1 Descrição do processo

Para uma determinada área fiscal, que detém os incentivos de IPI (Imposto sobre produtos Industrializados) e ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços), toda e qualquer nota fiscal de mercadoria incentivada (nota que pode ter um ou os dois incentivos acima), precisa ser vistoriada para poder ter seu ingresso (entrada da mercadoria na área fiscal) e seu futuro internamento (pagamento das taxas referente a TSA - Taxa de Serviços Administrativos), controlados por uma Autarquia Federal.

No caso das notas fiscais que por algum motivo não conseguirem o seu devido ingresso e internamento em tempo hábil, as empresa podem recorrer pedindo um processo técnico. O processo tem início a partir do preenchimento do formulário de requerimento de pedido técnico disponível para download no *website* da Autarquia da unidade da federação de destino das mercadorias, pelo requerente do pedido técnico.

O processo de pedido técnico, só pode ser realizado para mercadorias que por algum motivo não conseguiram ter a sua efetiva entrada na área fiscal pelos tramites normais. Feito isso, a Autarquia aguardará em sua sede a chegada do pedido técnico, juntamente com toda a documentação pertinente para abertura do processo e posterior avaliação técnica que compreende: conferência e análise dos documentos apresentados, o batimento com o fisco de destina (para saber se as notas fiscais foram apresentadas e se são as mesmas que estão sendo apresentadas na Autarquia), para poder ser gerado o Processo de Internamento de

Notas Fiscais de Processo Técnico (PINFPT) para que as mercadorias possam ingressar e internar na área fiscal de destino.

Uma vez a documentação de acordo, é gerado um número de processo que é a identificação do processo que é repassado ao requerente para que o mesmo possa acompanhar aos tramites do processo via internet.

O passo após a geração do número do processo é a distribuição dos processos novos entre os analistas, após a distribuição começa a parte de análise documental que consta de verificação da veracidade das informações das notas fiscais apresentadas, tais como, saber se não se trata de notas fiscais fraudulentas, verificar a situação da empresa remetente e destinatária junto a Autarquia e por último verificar a situação junto ao fisco de origem para poder ser dado o processo como deferido.

Caso alguma nota fiscal tenha algum dos problemas citados acima, a empresa tem um tempo para tentar corrigir tal erro, e se a empresa não conseguir corrigir o erro, o processo ser considerado como indeferido.

3.2 Análise de Requisitos

A análise de requisitos foi realizada levando em consideração o princípio básico da engenharia de software que é o estabelecimento e uso de sólidos princípios de engenharia para que se possa obter economicamente um software que seja confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais.

Tendo como base conversas com os usuários do sistema, houve a necessidade de se confeccionar alguns diagramas de casos de uso que representam as diversas funcionalidades do sistema.

Foram levantados os seguintes casos de uso e atores:

- Acessar o Sistema;
- Processar o número e o ano do processo;
- Visualizar os tramites do processo;
- Requerente.

O ator representa o usuário do sistema, já os casos de uso representam as funcionalidades do sistema. A ator Requerente é a figura da pessoa interessada pelo processo, o caso de uso Acessar o Sistema representa a ação de logar no sistema; o caso de uso Processar o número

e o ano processo representam a ação de validar os dados que serão informados e o caso de uso Visualizar os tramites do processos são a ação de checar todos os tramites que passaram um determinado processo.

Para o usuário realizar a ação de Acessar o Sistema, o mesmo precisa de um dispositivo com o software instalado, sendo necessário informar o login e a senha para que a mesma seja validada. Uma vez o login e senha sendo aceitos o usuário pode Processar o número e o ano do processo que consiste na informação dos dados de número e ano do processo, sendo os dados informados de um processo válido será então Visualizado os tramites do processo para o usuário.

Os processos modelados no diagrama de atividades fazem parte dos requisitos funcionais, para se ter uma idéia do processo como um todo e não só como a parte computacional.

Os processos a serem descritos são os que fazem parte do diagrama de casos de uso demonstrados na Figura 3.1.

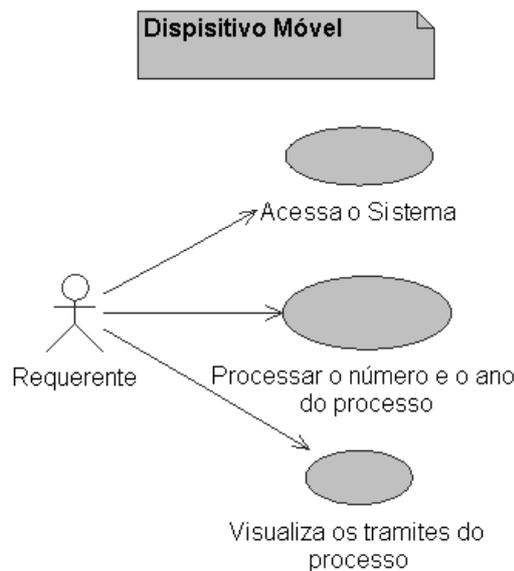


Figura 3.1: Diagrama de Casos de Uso do Processo de Nota Fiscal

Na Figura 3.2 é dada uma visão geral dos casos de uso existentes no processo do tramite da nota fiscal.

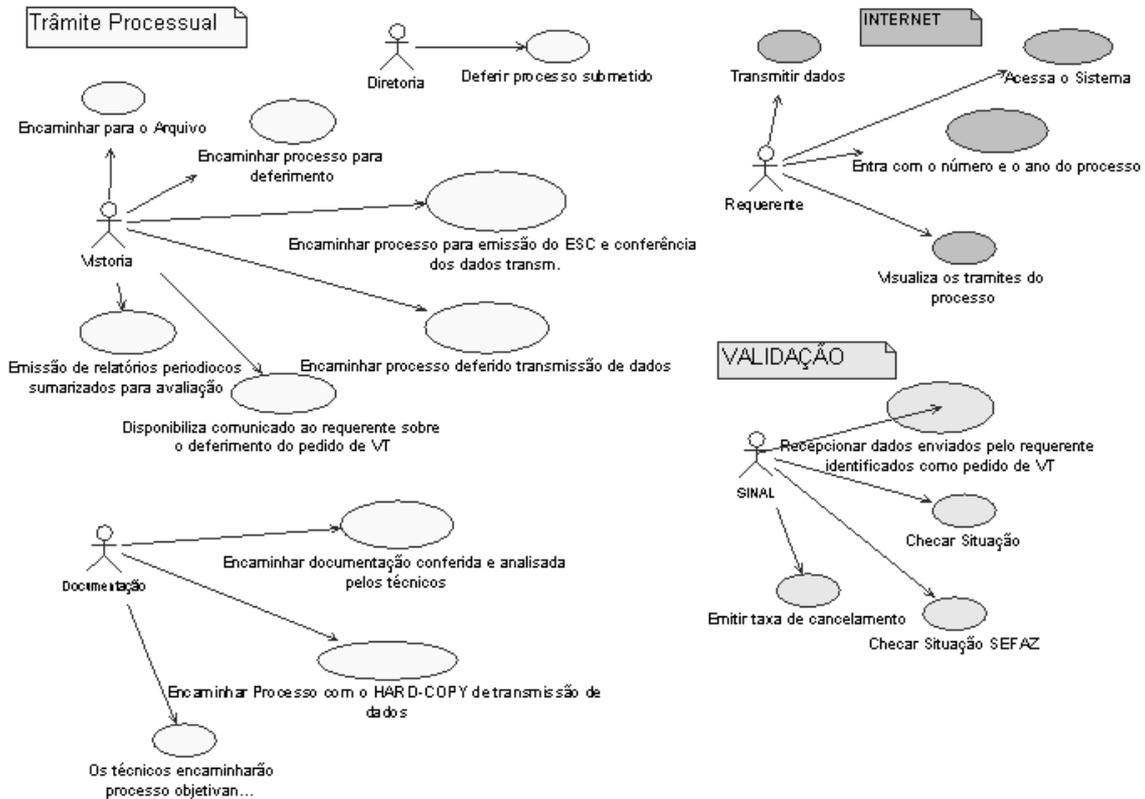


Figura 3.2: Diagrama de Casos de Uso Geral do Processo de Nota Fiscal

Um dos componentes do diagrama de atividades é a atividade, foi feita a identificação das seguintes atividades:

- Digitar login e senha;
- Digitar processo e ano;
- Visualizar tramites do processo.

As Figuras 3.2 e 3.3 mostram respectivamente o diagrama de atividades e o diagrama de seqüência do processo de nota fiscal.

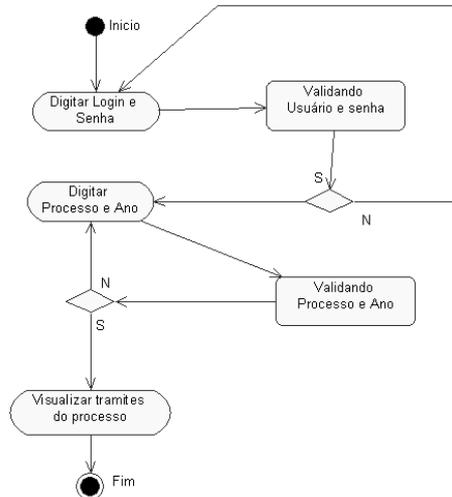


Figura 3.3: Diagrama de Atividades do Processo de Nota Fiscal

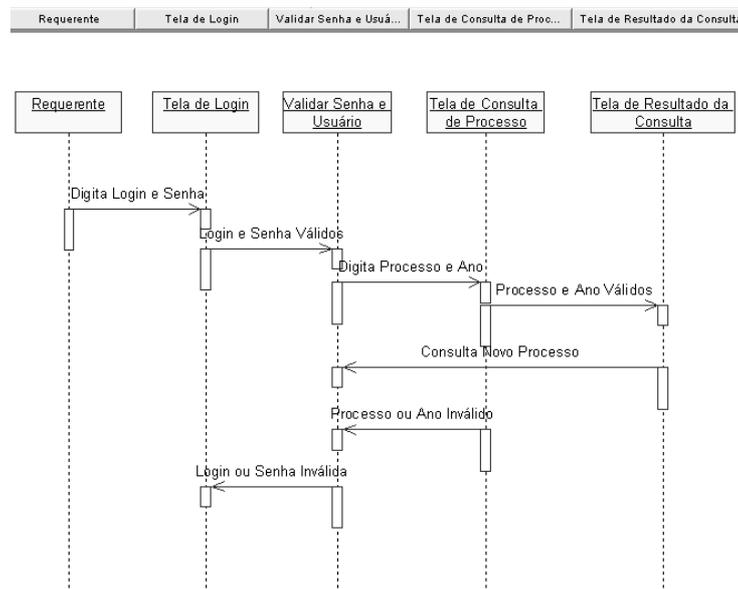


Figura 3.4: Diagrama de Seqüência do Processo de Nota Fiscal

Outro componente do diagrama de atividades é o estado, foi feita a identificação dos seguintes estados:

- Validando login e senha;
- Validando processo e ano.

O processo tem como início o usuário fazendo a atividade Digitar login e senha, após informar dos dados o usuário fica no estado Validando login e senha, caso o login e a senha sejam válidos o usuário será levado para a atividade Digitar processo e ano senão o usuário inicia todo o procedimento na atividade Digitar login e senha.

Uma vez o usuário na atividade Digitar processo e ano deverão ser informados os dados, levando o usuário para o estado Validando processo e ano, se o processo e ano forem válidos será feita a atividade Visualizar tramite de processo caso contrário o usuário voltará para a atividade Digitar processo e ano.

3.2.1 Modelo de dados

A partir da especificação dos requisitos já se tem condições de montar um modelo lógico que represente o processo, no modelo de dados é feita a demonstração das classes que foram geradas a partir da análise de requisitos. O modelo de dados representa as classes que foram levantadas durante a especificação dos requisitos.

A Figura 3.5 mostra o diagrama de classes do processo de nota fiscal.

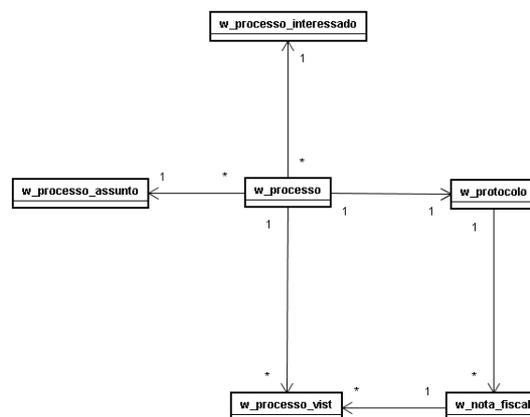


Figura 3.5: Diagrama de Classes do Processo de Nota Fiscal

3.3 Modelagem do fluxo de trabalho

3.3.1 Concepção do Fluxo de trabalho

Foi descrito a tarefa múltipla Requerente onde nela constam as tarefas atômicas:

- Validando login e senha;
- Validando processo e ano;

- Visualizando dados do processo.

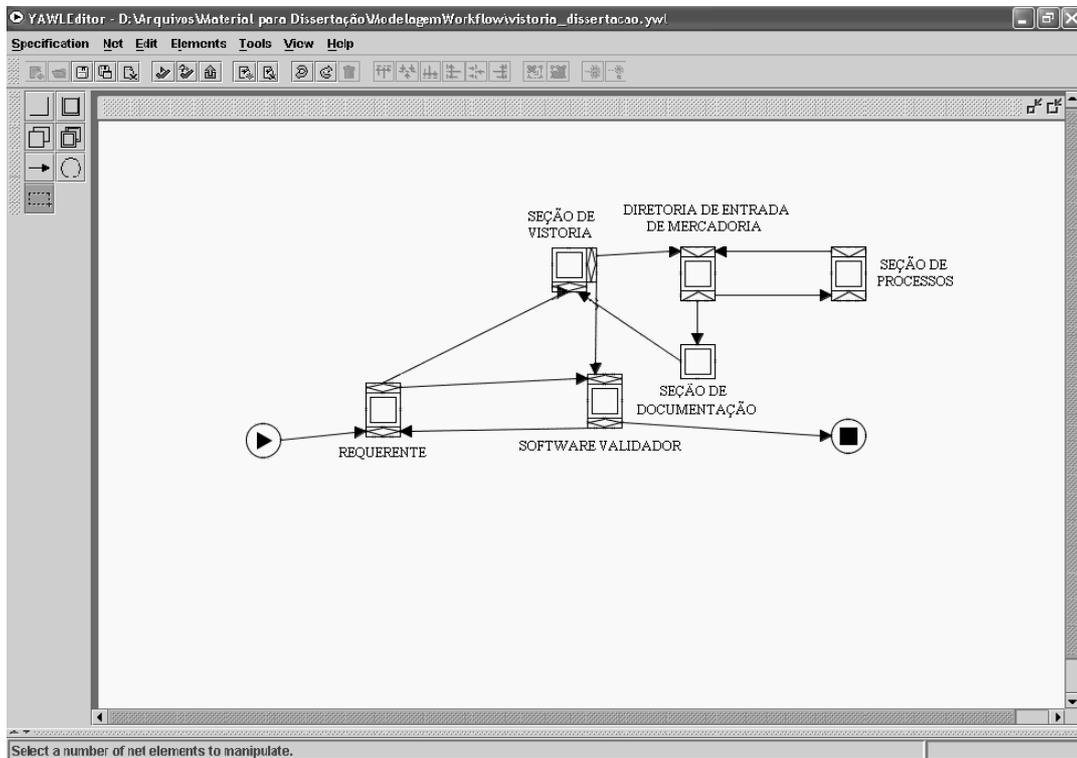


Figura 3.6: Visão Geral da Modelagem

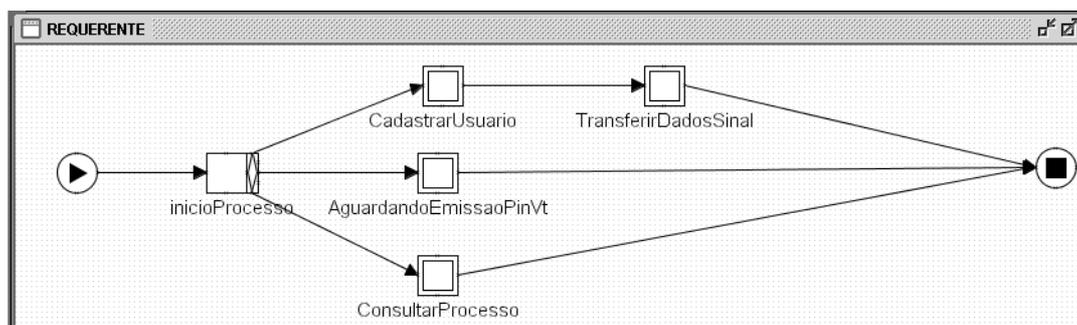


Figura 3.7: Processos da Tarefa Requerente

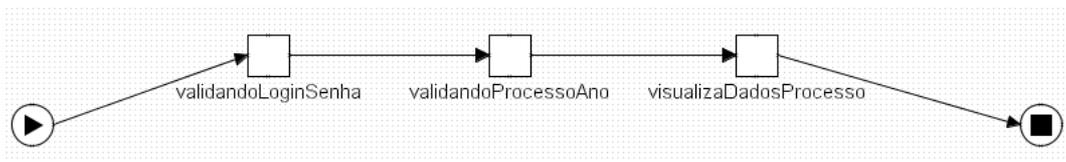


Figura 3.8: Modelagem da Tarefa Consultar Processo

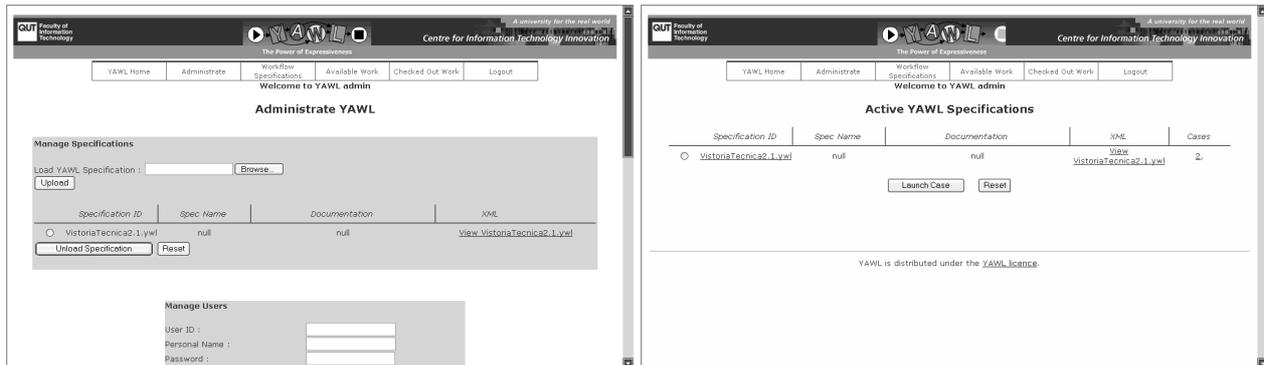


Figura 3.9: Modelo no Motor do YAWL - 1 Figura 3.10: Modelo no Motor do YAWL - 2

3.3.2 Validação do Modelo de Fluxo de trabalho

Para a validação do modelo foi feita a execução de todos os fluxos modelados no motor do fluxo de trabalho, todos os estados finais eram validados para se saber se realmente o final da execução era o resultado esperado, uma vez os resultados esperados sendo alcançados o modelo era validado caso contrário era necessário se remodelar o fluxo para nova passada no motor de fluxo de trabalho.

Será feita uma demonstração dos passos feito no motor do YAWL usados para se validar o modelo de fluxo de trabalho tendo como exemplo um arquivo extraído do YAWL, desde a importação até a conclusão, como produto espera-se gerar um arquivos XML contendo toda a regra de negócio do fluxo validado.

3.4 Desenvolvimento da aplicação

3.4.1 Projeto da Interface

O projeto de interface foi baseado na metodologia MCIE e como produto para esse fase temos o modelo de tarefa, tarefas, os usuários e o contexto do estudo de caso.

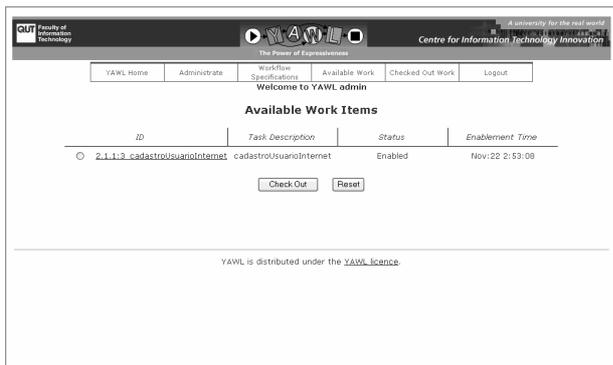


Figura 3.11: Visualização das Tarefas

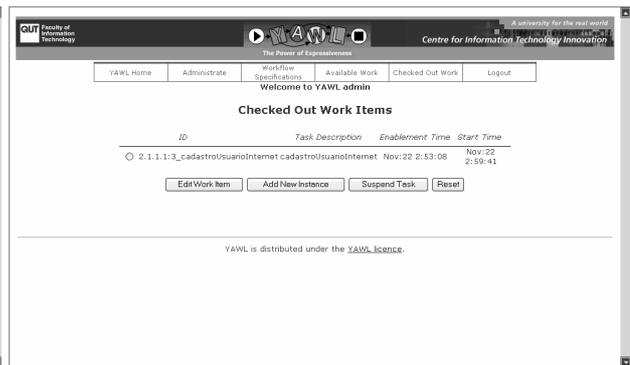


Figura 3.12: Execução das Tarefas

Tarefa

A partir da análise de requisitos descrita foram definidas algumas tarefas para a concepção da interface, as mesmas são demonstradas na Figura 3.13.

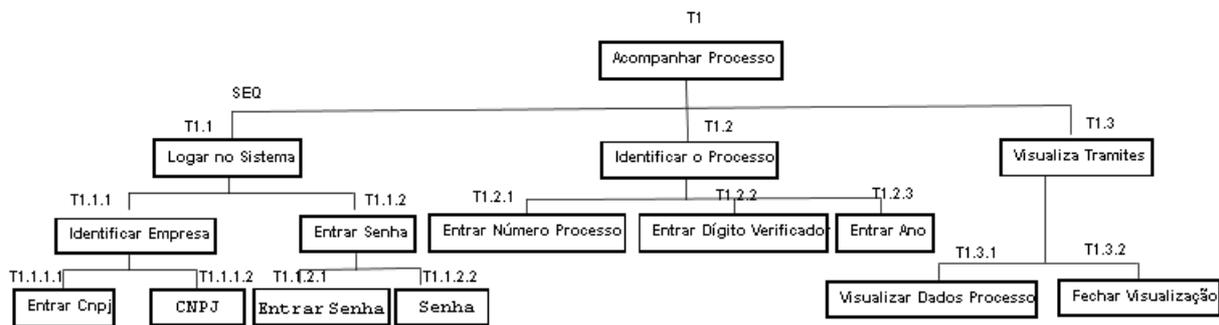


Figura 3.13: Modelo de Tarefas

Usuários

Foi visto que para esse estudo caso, o acesso será apenas de usuários externos, pois os usuários internos farão acesso a outra interface. A tabela 3.1 descreve as informações relativas aos tipos de usuários.

Tabela 3.1: Perfil do usuário

Perguntas	Respostas
Atividade	Externo à empresa
Formação	Variada
Sexo	Masculino predomina
Conhecimento da tarefa	Bom
Uso de computador	Básico
Uso de dispositivos móveis	Básico

Contexto

Os usuários são funcionários externos ao sistema e que necessitam consultar dados de determinados processos referentes ao tramite determinadas notas fiscais, os mesmo podem estar na empresa ou fora dela.

A consulta aos processos é feita por dispositivos móveis para que as outras atividades dos usuários não sejam atrapalhadas. É esperado que os usuários com o tempo realizem as consultas com frequência, evitando assim a saída de seus respectivos trabalhos para realizar tal pesquisa na Autarquia Federal que regulamenta o tramite das notas fiscais.

A tabela 3.2 descreve a lista de objetos e ações do domínio da tarefa levantados.

Tabela 3.2: Lista de objetos e ações do domínio da tarefa

	Tarefa	Tarefa	Interface	Interface	Projeto Visual
	Ação	Objeto	Ação	Objeto	Entrada
T1	Acompanhar	Processo	Selecionar ícone	Aplicativo	
T1.1	Entrar	Sistema	Selecionar opção	Entrar no sistema	Principal
T1.1.1	Identificar	Empresa	Digitar	CNPJ	Principal
T1.1.2	Entrar Senha	Sistema			Principal
T1.1.1.1	Entrar Cnpj	Sistema	Preencher dados	CNPJ	Principal
T1.1.1.2	Confirmar	Sistema	Confirmar dados		Principal
T1.1.2.1	Digitar Senha	Sistema	Preencher dados	Senha	Principal
T1.2	Identificar	Processo		Pesquisar processo	Pesquisa
T1.2.1	Número Processo	Processo	Preencher dados	Número do processo	Pesquisa
T1.2.1	Ano	Processo	Preencher dados	Ano do processo	Pesquisa
T1.3	Visualiza	Processo		Resultado Pesquisa	Resultado
T1.2.1	Dados processo	Processo	Visualizar dados	Resultado Pesquisa	Resultado
T1.2.1	Fechar	Processo	Fechar dados	Resultado Pesquisa	Resultado

Nas Figuras 3.14 e 3.15 respectivamente, são mostradas as fotos das telas principal e de busca de processos do protótipo desenvolvido.

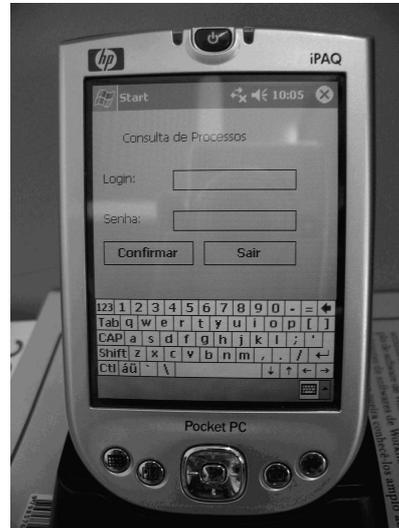


Figura 3.14: Foto da tela principal

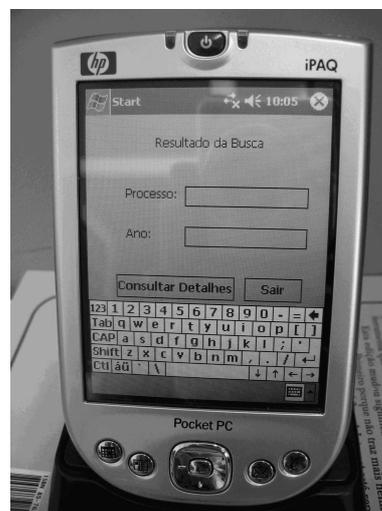


Figura 3.15: Foto da tela de busca de processos

Capítulo 4

Considerações Finais

Neste capítulo, será realizada uma discussão sobre os objetivos alcançados, bem como serão relatadas as conclusões à respeito da solução proposta para o desenvolvimento de fluxos de trabalho para dispositivos móveis. Ao final, serão apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

4.1 Conclusões

Este trabalho apresenta um método para o desenvolvimento de aplicações *Workflow* em dispositivos móveis.

Para a modelagem foram levantadas técnicas e ferramentas para dar suporte ao modelo, foi verificado que ainda não existe um padrão usado em larga escala e sim alguns padrões que são utilizados e que a WFMC é responsável por tentar convergir os padrões que vão surgindo para um padrão único, no que diz respeito a modelagem.

Uma vez concluída a modelagem, teve-se o cuidado de se realizar testes de validação que foram basicamente:

- Testar os fluxos modelados em um motor de fluxo de trabalho, para se ter a certeza de que os mesmos não estavam gerando fluxos equivocados;
- Testes com dados sobre os fluxos, para se ter a real noção de cada fluxo, foram levantados os resultados esperados para um conjunto de fluxo previamente definidos e os mesmos foram submetidos aos testes, obtendo assim um resultado bastante satisfatório.

Já na concepção da aplicação, foi verificado que nas técnicas pesquisadas não era abordada nenhuma técnica ou método formalizado para o desenvolvimento desse tipo de software. En-

tão foi proposto um método que dá suporte a esse tipo de desenvolvimento de aplicativos, passando desde a parte de modelagem do fluxo de trabalho até o desenvolvimento da aplicação, foi verificado ainda que o método se mostra eficaz no desenvolvimento de aplicações convencionais não se prendendo apenas a dispositivos móveis.

O problema proposto neste trabalho foi dar uma alternativa de consultar de tramite de notas fiscais de uma área com incentivos fiscais via dispositivos móveis. O objetivo foi disponibilizar uma aplicação de fluxo de trabalho para dispositivos com suporte a rede sem fio.

A aplicação mostrou-se adequada como uma solução a este problema pelos seguintes motivos:

- Foi feita a modelagem dos processos em fluxos de trabalho, dando assim um panorama de todo o problema;
- A aplicação se mostrou bem eficaz no que diz respeito a performance;
- Uma nova opção das consultas dos processos de notas fiscais, dando uma maior agilidade para os donos de empresas e tornando o processo de consulta mais versátil.

4.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

No estudo de caso proposto neste trabalho, houve apenas um subconjunto de todo o tramite de notas fiscais, cuja finalidade foi validar a solução proposta. Sendo assim, faz-se necessária a expansão para todo o conjunto que foi levantado, de forma que todos os processos uma vez que já se encontram modelados, fossem efetivamente implementados usando o método que foi proposto.

Uma outra sugestão é fazer um estudo mais detalhado sobre as JVM's existentes hoje e realizar um estudo sobre a linguagem de programação .Net da Microsoft, para se ter um comparativo entre o J2ME e saber quais destas duas seriam mais adequadas para esse tipo de desenvolvimento de aplicações.

Um outro tema para trabalho futuro seria a aplicação do método em outro contexto para se fazer medições de processos ou que fluxos estariam demandando muito tempo para a sua conclusão tendo em vista uma otimização.

Finalmente, um outro tema para trabalho futuro, diz respeito a adaptação do método e futura evolução do mesmo, tendo a sua utilização não só em aplicações móveis mas em outros contextos de aplicações.

Referências Bibliográficas

- 1 The Workflow Management Coalition. The workflow reference model, document number tcoo-1003. <http://www.wfmc.org>, Acessado em maio de 2005.
- 2 CRUZ T. Workflow: a tecnologia que vai revolucionar processo, 2000.
- 3 CHUI D. E-adome: enacting composite e-services in an advanced workflow environment. *Computer Software and Applications Conference - COMPSAC*, page 311, 2001.
- 4 KOCK W. Gerenciamento eletrônico de documentos, 2000.
- 5 SUNIL K.S. and KENNETH R.A. *Experiences with workflow managements: Issues for the next generation. Proceedings of Computer- Supported Cooperative Workflow*. Chapel Hill, USA, 1994.
- 6 GEORGAKOPOULOS D., HORNICK M.F., and SHETH A.P. An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and Parallel Databases*, page 119, 1995.
- 7 AALST W.M.P. Petri-net-based workflow management software. Eindhoven University of Technology - Relatório de Pesquisa, 1995.
- 8 BAIR J.H. Constrasting workflow models: Getting to the roots of three vendors. *Proceedings of GroupWare*, 1993.
- 9 AMARAL V. Técnicas de modelagem de workflow. *CPGCC-UFRGS*, 1997.
- 10 MURATA T. Petri net: properties, analysis and applications. *Proceedings of the IEEE.*, 77:541, 1989.
- 11 ZISMAN M.D. Representation, specification and automation of office procedures. Tese de Doutorado, University of Pensylvania Wharton School of Business, Pensylvania., 1997.

- 12 FERSCHA A. Qualitative and quantitative analysis of business workflow using generalized stochastic petri nets. in: Workflow management challenges, paradigms and products. Proceedings Oldenbourg., 1994.
- 13 WIKARSKI D. An introduction to modular process net. Berkeley: International Computer Science Institute. Technical Report TR-96-019, 1996.
- 14 VERBEEK H.M.W., BASTEN T., and AALST W.M.P. Diagnosing workflow using woflan. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, BETA Working Paper Series, WP 48., 2000.
- 15 PÁDUA S.I.D., SILVA A.R.Y., INAMASU R.Y., and PORTO A.J.V. O potencial das redes de petri em modelagem e análise de processos de negócios. *Gestão e Produção*, 1:109, 2004.
- 16 CASATI F., GREFFEN P., PERNICI B., POZZI G., and SÁNCHEZ G. Wide workflow model and architecture. relatório técnico, centre for telematics and information technology (ctit), university of twente, netherlands, 1996.
- 17 ARAUJO R. Sistemas de workflow. Anais do XXI Congresso da SBC, 2001.
- 18 BARROS R.M. Alocação de atividades em um sistema de gerência de workflow. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação, CPGCC/UFRGS)., 1997.
- 19 STOTTS D. and FURUTA R. Petri-net-based hypertext: Document structure with browsing semantics. *ACM Transactions on Information Systems*, 7, 1989.
- 20 WEERAWARANA S. Hytime as a descriptive language for object composition petri net models, 1993.
- 21 MASIERO P., OLIVEIRA C., and TURINE M. A statechart-based model for hypertext. Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos - Universidade de São Paulo. Notas do ICMSC - Série Computação, 1995.
- 22 JOOSTEN S. Trigger modelling for workflow analysis. proceedings com'94: Workflow management, challenges, paradigms and products, 1994.
- 23 JOOSTEN S. and BRINKKEMPER S. A statechart-based model for hypertext. Fundamental Concepts for Workflow Automation in Practice, Acessado em outubro de 2005.

- 24 CASATI F., CERI S., PERNICI B., and POZZI G. Conceptual modeling of workflows. proceedings of oo-er conference., 1995.
- 25 CASATI F., CERI S., PERNICI B., and POZZI G. Conceptual modeling of workflows. relatório interno n. 95.018. dipartimento di elettronica e informazione, politecnico de milano, 1995.
- 26 FLORES F. Management and communication in the office of the future. University of California at Berkeley, 1979.
- 27 DENNING P. and MEDINA-MORA R. Case study: George mason university. page 59, 1995.
- 28 WINOGRAD T. A language/action perspective on the design of cooperative work. 3:3, 1987.
- 29 MEDINA-MORA R., WINOGRAD T., FLORES R., and FLORES F. The action workflow approach to workflow management technology. *Proceedings CSCW'92*, 1992.
- 30 MARSHAK R.T. Workflow white paper-an overview of workflow software. *Workflow Computing Report*, 16:10, 1994.
- 31 The Workflow Management Coalition. Wfmc. <http://www.wfmc.org>, Acessado em maio de 2005.
- 32 The Workflow Management Coalition. Terminology and glossary. document number wfmc-tc-1011. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.
- 33 The Workflow Management Coalition. Workflow reference model. document number wfmc-tc-1003 v1.1. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.
- 34 The Workflow Management Coalition. Interface 1 - process definition interchange-process model. document number wfmc-tc-1016 v1.1. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.
- 35 The Workflow Management Coalition. Workflow client api specifications (wapi). document number wfmc-tc-1002 v2.0. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.
- 36 The Workflow Management Coalition. Workflow interoperability - abstract specifications. document number wfmc-tc-1012 v2.0. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.

- 37 The Workflow Management Coalition. Workflow audit data specifications. document number wfmc-tc-1015 v1.1. <http://www.wfmc.org>, Acessado em agosto de 2005.
- 38 SHETH A.P., AALST W.M.P., and ARPINAR I.B. Process driving the networked economy. *IEEE Concurrency*, Vol. 7, No. 3, July-September, 1998.
- 39 ARPINAR S., DOGAC A., and TATBUL N. An open electronic marketplace through agent-based workflows:moppet. <http://www.srdc.metu.edu.tr/srdcpublications.html>, Acessado em outubro de 2005.
- 40 DOGAC A. A workflow-based electronic marketplace on the web. <http://www.acm.org/sigmodrecord/issues/9812/SPECIAL/dogac.pdf.gz>, Acessado em outubro de 2005.
- 41 CHRISTOPH B. Enterprise-wide workflow management. *IEEE Concurrency*, Vol. 7, No. 3, July-September, 1999.
- 42 SCHERER D. *Proposta de Suporte Computacional ao MCI*. Dissertação de Mestrado em Informática. UFCG. Campina Grande, Brasil., 2004.
- 43 TURNELL M.F.Q.V. *Projeto de Interface Homem-Máquina*. Notas de Aula. UFCG, Campina Grande, PB., 2000.
- 44 MUCHOW J.W. *Core J2ME: Tecnologia e MIDP*. Pearson Makron Books, 2004.