

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**Método de Modelagem de Processos para Apoio
ao Desenvolvimento de *Software***

Autor: **Fernando Ernesto Kintschner**

Orientador: prof. Dr. Ettore Bresciani Filho

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

Método de Modelagem de Processos para Apoio ao Desenvolvimento de *Software*

Autor: **Fernando Ernesto Kintschner**

Orientador: prof. Dr. Ettore Bresciani Filho

Curso: Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Materiais e Processos de Fabricação

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de doutor em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2003

S.P. – Brasil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS**

TESE DE DOUTORADO

Método de Modelagem de Processos para Apoio ao Desenvolvimento de *Software*

Autor: **Fernando Ernesto Kintschner**
Orientador: **Prof. Dr. Ettore Bresciani Filho**

Prof. Dr. Ettore Bresciani Filho
UNICAMP

Prof. Dr. Antônio Batocchio
UNICAMP

Prof. Dr. Sérgio Tonini Button
UNICAMP

Prof. Dra. Marta Rettelbusch de Bastos
CPQD

Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel
UNIMEP

Campinas, 24 de fevereiro de 2003

Dedicatória:

Dedico este trabalho aos meus filhos João Pedro e Giovana e à minha esposa Adriana.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser concluído sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Ao meu orientador, que me direcionou os caminhos a serem seguidos.

Ao meu irmão, Ricardo Idê Kintschner, que contribuiu diretamente para que este trabalho pudesse ser realizado.

À empresa Polienka Ltda que permitiu a análise da área de tingimento de fios de poliéster, através dos funcionários Eng. Mauro J. Ambrosano e Jose Aparecido Dias.

À empresa Teceart Indústria e Comércio Ltda, através do Diretor Eduardo Feltrin, que permitiu a análise da área de controle de fios e de tecelagem.

Foi, com efeito, pela admiração que os homens, assim hoje como no começo, foram levados a filosofar, ficando primeiramente maravilhados diante dos problemas simples, e progredindo, em seguida, pouco a pouco, até propor-se problemas maiores.

(Aristóteles)

Resumo

KINTSCHNER, Fernando Ernesto. *Método de Modelagem de Processos para Apoio ao Desenvolvimento de Software*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002. 161p. Tese (Doutorado).

A partir do advento da microinformática e da necessidade de se reduzir custos e reorganizar atividades para aumentar a competitividade, iniciou-se o processo de automação em massa das áreas administrativas e de produção das empresas. A maioria dos projetos de reorganização de processos falha e, em relação aos sistemas de informação, um número significativo dos projetos fracassa ou é concluído com redução das funcionalidades ou com extrapolação dos prazos e/ou custos. Neste contexto é proposto um projeto de método que une a engenharia de sistemas e a engenharia de *Software*. Da engenharia de sistemas, a partir do enfoque sistêmico, é apresentada a sistemografia para o mapeamento e reorganização dos processos e da engenharia de *software* são utilizadas técnicas orientadas a objetos para o desenvolvimento de sistemas de informação.

Palavras Chave

- engenharia de sistemas, sistemas complexos, sistemografia, engenharia de *software*, orientação a objetos.

Abstract

KINTSCHNER, Fernando Ernesto. *Method of Process Modeling to Aid in Development of Software*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002. 161p. Tese (Doutorado).

Since the advent of microcomputing and the necessity to reduce costs and reorganize activities to increase competitiveness, a process of mass automatization of the administrative and production areas in companies began. The most of process reorganization projects fail and when compared to information systems, a great amount of projects is concluded with either the reduction of functionalities or periods and cost extrapolation. In this context, a method of project that unites the systems and software engineering is proposed. From systems engineering, starting from the systemic focus it is presented the systemograph for mapping and process reorganization. From the software engineering are used objects oriented techniques for the development of information systems.

Key Words

systems engineering, complex systems, *systemograph*, software engineering , objects.

Índice

| | |
|--|------|
| Lista de Figuras | xi |
| Lista de Tabelas..... | xv |
| Lista de Quadros..... | xvi |
| Nomenclatura | xvii |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1 Considerações iniciais | 1 |
| 1.2 Objetivos do trabalho | 3 |
| 1.3 Justificativa do trabalho | 4 |
| 1.4 Método de pesquisa..... | 5 |
| 1.5 Organização da tese..... | 7 |
| 2. Técnicas de mapeamento de processos | 9 |
| 2.1 Conceitos de engenharia de sistemas | 9 |
| 2.2 Conceitos de processos | 11 |
| 2.3 Mapeamento de processos..... | 15 |
| 2.4 Técnicas de mapeamento de processos | 16 |
| 2.5 Algumas considerações sobre programas comerciais de mapeamento de processos..... | 27 |
| 2.6 Conceitos de <i>software</i> de gestão | 28 |
| 2.7 Definição de produção auxiliada por computador | 31 |
| 2.7.1 IDEF0..... | 31 |
| 2.7.2 IDEF3 | 33 |
| 2.8 Sistemografia e sistemógrafo | 34 |
| 2.9 Reorganização de processos..... | 41 |
| 3. Conceitos de engenharia de <i>software</i> | 46 |
| 3.1 Modelos de desenvolvimento..... | 48 |
| 3.1.1 Modelo clássico..... | 49 |
| 3.1.2 Modelo evolutivo | 50 |
| 3.1.3 Modelo espiral..... | 51 |

| | |
|--|-----|
| 3.1.4 Comparação dos modelos..... | 52 |
| 3.2 Análise de requisitos | 53 |
| 3.2.1 Visão geral das técnicas estruturadas..... | 54 |
| 3.2.2 Visão geral das técnicas orientada a objetos..... | 59 |
| 3.2.3 Comparação entre as técnicas de análise de requisitos | 70 |
| 4. Projeto do método de reorganização de processos associado à engenharia de <i>software</i> | 74 |
| 4.1 Fases do projeto..... | 77 |
| 4.1.1 Fase 1 - Escopo do projeto | 77 |
| 4.1.2 Fase 2 – Identificação de processos | 79 |
| 4.1.3 Fase 3 – Engenharia de <i>software</i> | 80 |
| 4.1.4 Fase 4 - Implantação | 83 |
| 5. Aplicação do método projetado em uma empresa industrial com processo de produção simulado | 85 |
| 5.1 Fiação | 85 |
| 5.2. Tecelagem | 89 |
| 5.3 Simulação | 90 |
| 5.3.1 Controle de fios | 90 |
| 5.3.2 Controle de produção de tecido..... | 96 |
| 5.3.3 Controle de tingimento de fios de poliéster | 101 |
| 5.3.3 Criação do sistema de informação | 107 |
| 6. Análise da aplicação do método projetado..... | 139 |
| 7. Conclusões e propostas de novos trabalhos | 145 |
| 7.1 Conclusões | 145 |
| 7.2 Propostas de novos trabalhos | 147 |
| Referências bibliográficas..... | 149 |
| Glossário..... | 160 |

Lista de Figuras

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| 2.1 Hierarquia de processos..... | 13 |
| 2.2 Exemplo de hierarquia de processos..... | 15 |
| 2.3 Cadeia de valor agregado..... | 18 |
| 2.4 Árvore de funções | 19 |
| 2.5 Cadeia de eventos e funções..... | 20 |
| 2.6 Mapa de relacionamento..... | 21 |
| 2.7 Fluxograma básico..... | 23 |
| 2.8 Fluxograma interfuncional..... | 23 |
| 2.9 Fluxograma multiníveis..... | 24 |
| 2.10 Fluxograma multiníveis detalhado..... | 25 |
| 2.11 Árvore de especificações..... | 26 |
| 2.12 Diagrama de objetos..... | 27 |
| 2.13 IDEF0..... | 33 |
| 2.14 IDEF3..... | 34 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| 3.1 Modelo clássico..... | 50 |
| 3.2 Modelo evolutivo..... | 51 |
| 3.3 Modelo espiral..... | 52 |
| 3.4 DFD – Diagrama de fluxo de dados..... | 56 |
| 3.5 DFD's do nível 0 a 4..... | 57 |

| | |
|--|----|
| 3.6 Diagrama de transição de estado..... | 58 |
| 3.7 DER –Diagrama entidade-relacionamento..... | 59 |
| 3.8 Diagrama de casos de uso..... | 62 |
| 3.9 Diagrama de classes..... | 64 |
| 3.10 Diagrama de seqüência | 65 |
| 3.11 Diagrama de colaboração..... | 66 |
| 3.12 Diagrama de estado..... | 67 |
| 3.13 Diagrama de atividades..... | 68 |
| 3.14 Diagrama de componentes..... | 69 |
| 3.15 Diagrama de implantação..... | 70 |

Capítulo 4

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.1 Fases do desenvolvimento..... | 77 |
|-----------------------------------|----|

Capítulo 5

| | |
|---|-----|
| 5.1 Processo de fiação cardado a partir de fibras de algodão..... | 87 |
| 5.2 Processo de tecelagem..... | 89 |
| 5.3 Sistemógrafo operacional de controle de fios..... | 94 |
| 5.4 Sistemógrafo informacional de controle de fios..... | 95 |
| 5.5 Sistemógrafo decisional de controle de fios..... | 95 |
| 5.6 Sistemógrafo operacional de controle de produção de tecido..... | 99 |
| 5.7 Sistemógrafo informacional de controle de produção de tecido..... | 100 |
| 5.8 Sistemógrafo decisional de controle de produção de tecido..... | 101 |
| 5.9 Sistemógrafo operacional do controle de tingimento de fios de poliéster..... | 105 |
| 5.10 Sistemógrafo informacional do controle de tingimento de fios de poliéster..... | 106 |
| 5.11 Sistemógrafo decisional do controle de tingimento de fios de poliéster..... | 107 |
| 5.12 Diagrama de casos de uso criado a partir dos sistemógrafos..... | 108 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.13 | Classes geradas a partir da descrição do caso de uso “Enviar fios para tingimento” | 112 |
| 5.14 | Classe gerada a partir da descrição do caso de uso “Estocar Fios” | 113 |
| 5.15 | Classe gerada a partir da descrição do caso de uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio” | 113 |
| 5.16 | Classes geradas a partir do caso de uso “Receber Fio Tingido” | 114 |
| 5.17 | Classe gerada a partir do caso de uso “Montar Urdume” | 114 |
| 5.18 | Classes geradas a partir do caso de uso “Receber Pedido de Venda” | 115 |
| 5.19 | Classes geradas a partir do caso de uso “Programar Tear” | 116 |
| 5.20 | Classes geradas a partir do caso de uso “Planejar Produção” | 116 |
| 5.21 | Classe gerada a partir do caso de uso “Fabricar Tecido” | 117 |
| 5.22 | Classe atualizada a partir do caso de uso “Revisar tecido” | 117 |
| 5.23 | Classe atualizada a partir do caso de uso “Estocar Tecido Acabado” | 118 |
| 5.24 | Classes identificadas a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento” | 118 |
| 5.25 | Classes identificadas a partir do caso de uso “Manter FAPT” | 119 |
| 5.26 | Diagrama de classes de negócios | 120 |
| 5.27 | Diagrama de seqüência para o caso de uso “Estocar Fios” | 121 |
| 5.28 | Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Enviar Fios para Tingimento” | 122 |
| 5.29 | Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Receber Fios Tingidos” | 122 |
| 5.30 | Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio” | 123 |
| 5.31 | Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Montar Urdume” | 124 |
| 5.32 | Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Receber Pedido de Venda” | 124 |
| 5.33 | Diagrama de seqüência para o caso de uso “Planejar Produção” | 125 |
| 5.34 | Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Programar Tear” | 126 |
| 5.35 | Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Fabricar Tecido” | 127 |
| 5.36 | Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Revisar Tecido” | 128 |

| | |
|--|-----|
| 5.37 Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Estocar Tecido Acabado”..... | 128 |
| 5.38 Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento”...129 | |
| 5.39 Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Manter FAPT”..... | 130 |
| 5.40 Protótipo de tela para o caso de uso “Estocar Fios”..... | 131 |
| 5.41 Protótipo de tela para o caso de uso “Enviar Fios para Tingimento”..... | 131 |
| 5.42 Protótipo de tela para o caso de uso “Receber Fios Tingidos”..... | 132 |
| 5.43 Protótipo de tela criada para a extensão de caso de uso “Verificar Quebra”..... | 133 |
| 5.44 Protótipo de tela gerado a partir do caso de uso “Montar Urdume”..... | 133 |
| 5.45 Protótipo de tela para o caso de uso “Receber Pedido de Venda”..... | 134 |
| 5.46 Protótipo de tela para o caso de uso “Planejamento de Produção..... | 134 |
| 5.47 Protótipo de tela a partir do caso de uso “Programar Tear”..... | 135 |
| 5.48 Protótipo de tela criado a partir dos casos de uso “Fabrica Tecido”, “Revisar Tecido” e “Estocar Tecido Acabado”..... | 136 |
| 5.49 Protótipo de tela criado a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento”.... | 137 |
| 5.50 Protótipo de tela criado a partir do caso de uso “Manter FAPT”..... | 137 |
| 5.51 Diagrama de Componentes..... | 138 |

Capítulo 6

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 6.1. Núcleo do método proposto..... | 139 |
|-------------------------------------|-----|

Lista de Tabelas

Capítulo 3

| | | |
|-----|---|----|
| 3.1 | Convenções diagrama de estado | 66 |
| 3.2 | Convenções diagrama de atividades | 68 |
| 3.3 | Correspondência entre técnicas orientadas a objetos e técnicas estruturadas | 71 |

Capítulo 6

| | | |
|-----|---|-----|
| 6.1 | Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de fios | 141 |
| 6.2 | . Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de produção de tecido | 141 |
| 6.3 | Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de tingimento de fio de poliester | 141 |

Lista de Quadros

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| 2.1 Exemplo de classificação de sistemógrafos | 40 |
|---|----|

Nomenclatura

Abreviações

FAPT - Formulário de acompanhamento de processo de tingimento

FIFO – *First in – First out*

Siglas

DER – Diagrama de entidade-relacionamento

DFD – Diagrama de fluxo de dados

ERP – *Enterprise Resource Planning*

IDEF – *Integrated Computer Aided Manufacturing Definition*

OMG - *Object Management Group*

SAP – ***Systems, Applications and Productions***

SADT - *Structure Analysis and Design Technique*

TQM - *Total Quality Management*

UML – *Unified Modeling Language*

1. Introdução

1.1 Considerações iniciais

A partir do advento da microinformática e da necessidade de se reduzir custos e reorganizar atividades para aumentar a competitividade, iniciou-se o processo de automação em massa das áreas administrativas e de produção das empresas.

Porém, estudos realizados em empresas americanas revelam que 20% dos projetos de sistemas de informação fracassam, 46% são concluídos com redução das funcionalidades ou com extrapolação dos prazos e/ou custos (Procaccino et al., 2002) e, aproximadamente, 70% dos projetos de reorganização de processos falham (Grant, 2002).

Para que se atendam às expectativas das empresas é fundamental a inserção de duas disciplinas neste contexto: Engenharia de Sistemas e Engenharia de *Software*.

A engenharia de sistemas envolve a aplicação de esforços para transformar uma necessidade do cliente em parâmetros de um sistema, através de um processo iterativo de análise funcional, síntese, reorganização, definição, projeto, ensaio e avaliação. O termo sistema deve ser entendido como um conjunto de elementos que interagem para atingir um determinado fim, de acordo com um plano pré-determinado. Contudo, devido às relações entre os elementos, as características do sistema não são obrigatoriamente iguais à soma das características de seus

elementos, ou seja: “o todo é mais , ou menos, do que a soma das partes” (Bresciani e D’Ottaviano, 2000:286).

O enfoque sistêmico procura disciplinar o bom-senso e a intuição através de um processo lógico e de uma análise formal do problema, procurando estudá-lo como um todo, preocupando-se com as interfaces entre suas diversas partes, enfatizando a necessidade de interação e avaliação permanente (INPE, 1972:18).

A engenharia de sistemas não é considerada uma área da engenharia, como a mecânica ou elétrica, mas uma atividade que aplica um processo de desenvolvimento de sistema, da necessidade inicial identificada até o atendimento da mesma (Blanchard, 1997:35).

A engenharia de sistemas surgiu a partir da necessidade de se lidar com a complexidade de projetos de desenvolvimento de sistemas e se desenvolveu como a aplicação de técnicas de modelagem e simulação para o desenvolvimento de processos que reorganizem os sistemas. Segundo Chestnut (1967), um dos maiores desafios de se projetar sistemas é encontrar entre as muitas alternativas para o processo analisado qual é a mais eficiente.

A partir da necessidade de transformar parte ou todos os parâmetros do sistema definido pela engenharia de sistemas em sistema de informação, foi desenvolvida a engenharia de *software*. Em relação aos demais ramos da engenharia, a engenharia de *software* é muito recente. Seu uso comercial começou efetivamente nos anos de 1950. Contudo, seus métodos, modelos e técnicas ainda estão em uma fase de aperfeiçoamento e amadurecimento.

Deve-se ressaltar que sistema de informação, neste trabalho, é definido como parte ou o todo do sistema que são automatizados.

O profissional que modela, analisa, sintetiza, reorganiza, define, projeta, ensaia, avalia os sistemas e os transforma (parte ou o todo) em sistemas de informação, é denominado genericamente, neste trabalho, de engenheiro de sistemas.

O autor deste trabalho entende que para as empresas terem sistemas que atendam às expectativas é necessário que:

- os processos sejam analisados e reorganizados antes de sua automação;
- um método flexível e completo seja utilizado para identificar e analisar os processos;
- o desenvolvimento de sistemas de informação deva ser iniciado somente após a reorganização dos processos e
- o engenheiro de sistemas deve estar capacitado para trabalhar com a reorganização dos processos na perspectiva da engenharia de sistemas e, com o desenvolvimento de sistemas de informação na perspectiva da engenharia de *software*.

1.2 Objetivos do trabalho

a) Objetivo geral:

Propor um método integrado de mapeamento e reorganização de processos e de desenvolvimento de sistemas de informação, baseado na sistemografia e nas técnicas orientadas a objetos; que seja de fácil utilização pelos engenheiros de sistemas, que normalmente trabalham com projetos em diferentes áreas e que não sejam especialistas nos negócios das empresas.

b) Objetivos específicos:

- projetar um método, que na fase de entendimento dos processos da empresa, auxilie na análise de processos simples e complexos, e na descoberta de processos ocultos, todos presentes nas atividades da área analisada;
- conferir ao método projetado a característica de simplicidade no processo de análise e descoberta, constituindo essa característica como um fator de diferenciação em relação a outros métodos e
- aperfeiçoar a aplicação da sistemografia com a engenharia de *software*.

1.3 Justificativa do trabalho

Levando-se em consideração que:

- segundo Furlan (1997:25), as organizações devem entender a modernização como um processo de melhoria e não como um mero programa tecnológico, caso contrário, há a possibilidade de se perpetuar modos obsoletos de trabalho através de tecnologias melhoradas;
- para Alvarez (2002) e Almendroz-Jimenez (2002), o entendimento dos requisitos do projeto, ou seja, dos processos que serão informatizados, além de ser uma atividade chave para o sucesso do sistema de informação, é uma atividade altamente problemática devido às limitações cognitivas e diferenças de vocabulário;

- segundo Yu (1996), tradicionalmente a engenharia de *software* não trata da reorganização de processos para posterior desenvolvimento de sistemas de informação, pois, os métodos e as técnicas oferecidas por este ramo da engenharia focalizam apenas a modelagem dos sistemas de informação e não tratam diretamente da modelagem dos processos envolvidos e
- o engenheiro de sistemas tem conhecimento dos métodos e técnicas da engenharia de *software*, porém na maior parte das vezes não conhece a área de abrangência do sistema a ser desenvolvido. Assim sendo, a tarefa de reorganizar processos não tem uma eficácia garantida e o profissional de informática depende muito de experiências anteriores.

Assim, a grande motivação para este projeto é colocar a engenharia de *software* sob uma nova perspectiva, ou seja, não somente no que se refere ao desenvolvimento de sistemas de informação, mas uma engenharia com métodos e técnicas capazes de reorganizar os processos de uma empresa.

1.4 Método de pesquisa

A pesquisa científica utiliza o método científico para procurar a compreensão, explicação, previsão, manipulação, e controle de fenômenos naturais e artificiais. Segundo Gay e Diebl (1992) os métodos científicos podem ser classificados em cinco tipos básicos: histórico, descritivo, de correlação, de comparação e experimentação.

A pesquisa no método histórico envolve compreensão e explicação de eventos passados. Busca estabelecer relações entre causas e efeitos, e visa entender situações presentes e fazer projeções sobre situações futuras.

No método descritivo, a pesquisa se apóia na obtenção de dados para testar hipóteses ou responder questões referentes a eventos atuais. No método de correlação, a pesquisa visa estabelecer a correlação entre duas, ou mais, variáveis do problema que podem ser quantificadas.

A pesquisa no método de comparação consiste em estabelecer relações causa e efeito de eventos dentro de um grupo, comparando o comportamento de dois grupos diferentes que participam dos mesmos eventos.

No método de experimentação, a pesquisa envolve a manipulação e controle, por parte do pesquisador, de pelo menos uma das variáveis independentes (causa). Esse método, segundo Gay e Diebl (1992), permite estabelecer com mais precisão as relações causa e efeito do que nos métodos anteriores devido à manipulação da causa. Devido a essa precisão, a experimentação será o método utilizado neste trabalho.

O método de experimentação pode ser direto ou indireto. Na denominada experimentação direta o objeto de estudo é submetido diretamente à manipulação e os resultados são observados. Em alguns casos, esse procedimento, pode ser impossível ou inconveniente de ser aplicado devido ao tempo excessivo, ao custo elevado e às dificuldades operacionais extraordinárias.

A experimentação indireta caracteriza a simulação, e substitui a experimentação direta nos casos impossíveis ou inconvenientes. Segundo Bresciani (2001) não existe uma teoria para a seleção do melhor modelo de simulação de um sistema, sendo o processo de seleção uma atividade baseada na experiência, intuição e capacidade de julgamento do engenheiro de sistemas.

Assim, o método de trabalho é constituído de:

- pesquisa bibliográfica sobre os modernos enfoques da reorganização de processo, da gestão de sistemas de informação ;
- da elaboração de um projeto de um método de reorganização de processos;
- a aplicação do núcleo do método projetado com o mapeamento dos processos (experimentação direta) de controle de fios, controle de produção de tecido e controle de tingimento de fios de poliéster para a produção de tecido *jacquard* e
- a simulação (experimentação indireta) da relação entre a técnica de mapeamento de processos e as técnicas orientadas a objetos para a criação de um protótipo de sistema de informação .

1.5 Organização da tese

Para atender aos objetivos citados, a tese foi dividida em 7 capítulos:

O capítulo 1, *Introdução*, conforme foi descrito, situa o problema, destaca os objetivos do trabalho e como sua estrutura está organizada.

No capítulo 2, *Técnicas de mapeamento de processos*, é realizada uma análise da literatura sobre as técnicas de mapeamento de processos que serão utilizados em todo o trabalho. Descreve técnicas utilizadas para mapeamento de processos e apresenta a sistemografia que será utilizada no método projetado.

O capítulo 3, *Conceitos de engenharia de software*, define a engenharia de software por meio de uma análise bibliográfica das diversas correntes de desenvolvimento de software. Apresenta técnicas estruturas e orientadas a objetos para a análise de requisitos de sistemas de informação.

O capítulo 4, *Projeto do método de reorganização de processos associado à engenharia de software*, descreve o modelo proposto. Define, em detalhes, as quatro etapas do modelo e apresenta a associação entre a engenharia de sistemas (sistemografia) e a engenharia de *software* (orientação a objetos).

No capítulo 5, *Aplicação do método projetado em uma empresa industrial com processo de produção simulado*, é realizada uma simulação em uma empresa industrial utilizando o modelo proposto. São apresentadas três áreas: controle de fios, controle de produção de tecidos e controle de tingimento de poliéster.

O capítulo 6, *Análise da aplicação do método projetado*, demonstra os resultados esperados com a simulação da aplicação do método projetado em uma empresa industrial. O núcleo do método é analisado, mostrando os resultados da sistemografia, diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de seqüência, diagrama de componentes e os protótipos de tela.

Finalizando, o capítulo 7, *Conclusões e propostas de novos trabalhos*, descreve as conclusões do trabalho e algumas sugestões para sua continuidade.

2. Técnicas de mapeamento de processos

Neste capítulo são analisadas diversas técnicas de mapeamento e reorganização de processos encontradas na literatura.

2.1 Conceitos de engenharia de sistemas

A engenharia de sistemas focaliza diversos elementos (máquinas, pessoas e *softwares*), analisando, projetando e organizando esses elementos em um sistema que pode ser um produto, um serviço ou uma tecnologia para a transformação de informação ou controle (Pressman, 2001:239).

A engenharia de sistemas é um processo de modelagem, ou seja, o engenheiro de sistemas cria modelos que:

- definem os processos;
- representam o comportamento dos processos e os pressupostos nos quais o comportamento está baseado;
- definem explicitamente as entradas para o modelo e
- representam todas as ligações (inclusive saídas), que vão permitir ao engenheiro de sistemas entender melhor os processos.

O modelo resultante do sistema pode adotar uma solução completamente automatizada, uma solução semi-automatizada ou um enfoque não automatizado.

A engenharia de sistemas está dividida em caracterização do problema e a análise de sistemas. A caracterização do sistema é a parte da engenharia de sistemas que cuida da criação, implementação e modificação de sistemas. A análise de sistemas é a parte da engenharia de sistemas responsável pela escolha entre várias alternativas possíveis de solução do problema.

O processo de engenharia de sistemas tem os seguintes passos lógicos (INPE, 1972:59):

1. Formular problema. Neste passo, estão inclusos a constatação dos fatores, estudos do meio ambiente¹, dos processos envolvidos, das necessidades, das restrições(financeiras, econômicas, legais, políticas e outras), das tendências e de outros estudos que possam ter relevância para o sistema.
2. Definir escala de valores. Com base nas informações do item 1, são estabelecidos os objetivos e os critérios de decisão(desempenho, custo, tempo, confiabilidade, flexibilidade e/ou outros) segundo os quais as alternativas serão computadas.
3. Sintetizar sistemas. Neste passo, procura-se a criação de várias alternativas que solucionem o problema e satisfaçam às necessidades.
4. Analisar alternativas. Com este passo, é feita a dedução das conseqüências de cada uma das alternativas.
5. Otimizar alternativas. Para que seja feita uma escolha racional de uma alternativa, torna-se necessário que cada uma delas seja otimizada, para se evitar a parcialidade na seleção das mesmas.

¹ Entende-se meio ambiente de um sistema o conjunto de todos os objetos que não fazem parte do sistema analisado, mas que exercem alguma influência sobre a operação do mesmo.

6. Selecionar alternativas. É feita a combinação e avaliação das conseqüências deduzidas através da análise de cada alternativa otimizada. Neste passo, é realizada a tomada de decisão, onde a melhor alternativa é escolhida.
7. Planejar ação. Neste passo são divulgados os resultados, as informações, o cronograma, a alocação de recursos e as atividades previstas para a efetivação da opção escolhida.

2.2 Conceitos de processos

A engenharia de sistemas tem como principal requisito a análise dos processos envolvidos no domínio do problema. Esses processos devem ser identificados, mapeados e detalhados para que se tenha o efetivo entendimento do problema apresentado e para sua posterior resolução.

Definições sobre processo são encontradas em diversos ramos da ciência e sempre com significados semelhantes, embora sejam tratados em assuntos diferentes.

Para Harrington (1993:10), o processo é definido como qualquer atividade que receba uma entrada (*input*), agrega-lhe valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno ou externo e os processos fazem uso dos recursos da organização para gerar resultados concretos. Já para Côrtes (2001:67), um processo integra pessoas, ferramentas e métodos para executar uma seqüência de passos com o objetivo definido de transformar determinadas entradas em determinadas saídas.

Andersen (1999:3) entende processo como uma série lógica de transações que converte entrada para resultados ou saídas. Por outro lado, Gonçalves (2000a:10) considera processo mais do que a transformação de entradas em saídas, mas também o envolvimento de *endpoints*,

feedback e repetibilidades. Para Davenport (1994:25), processo é uma ordenação específica das atividades no tempo e espaço, com começo e fim identificados.

Também é citada uma variante de processo chamada processo de negócios, que para Andersen (1999:3) é uma série de eventos conectados logicamente com atividades repetitivas que utilizam recursos da empresa com o objetivo (físico ou mental) de atingir resultados ou produtos específicos para clientes externos ou internos e para Ernest&Young (1997:7) é o conjunto de atividades com uma espécie de entrada e que cria uma saída de valor para o cliente.

Assim, um processo é composto de entradas, saídas, tempo, espaço, ordenação, objetivos e valores que resultam em uma estrutura para fornecer serviços e produtos aos clientes.

A importância dos processos nas empresas é confirmada através da constatação de que empresas industriais japonesas investem 70% de seus fundos de pesquisa e desenvolvimento em inovação de processos e têm resultados muito superiores ao de empresas americanas que investem a mesma proporção em desenvolvimento de produtos (Gonçalves, 2000b:17).

Uma característica encontrada na maioria dos processos (principalmente nos processos de negócios) é a sua interfuncionalidade, ou seja, não são executados inteiramente em uma única área funcional.

Os processos são divididos em 3 grupos: processos primários, processos de suporte e processos de desenvolvimento (Harrington,1993:24).

Processos primários são os processos centrais e que agregam valor à empresa. São atividades como de recebimento de produtos de fornecedores, passando pela produção até o atendimento ao cliente.

Processos de suporte não são processos que diretamente agregam valor, mas são atividades necessárias para auxiliar os processos primários. Incluem atividades financeiras e gerenciamento de pessoal.

Processos de desenvolvimento são processos que trazem a cadeia de valores com seus processos primários e de suporte para um alto nível. Como exemplo, são as atividades de desenvolvimento de produtos e desenvolvimento de fornecedores.

Para encontrar e avaliar os processos em uma empresa é importante criar uma hierarquia no mapeamento desses processos (Figura 2.1), onde de uma visão geral, chega-se aos detalhes: mega processos, processos principais, subprocessos, transações de negócios e atividades (Ernst & Young, 1997:14; Harrington, 1997; Davis e Weckler, 1996).

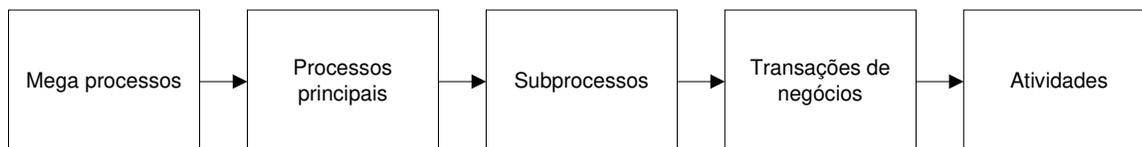


Figura 2.1 – Hierarquia de processos

Os mega processos estão no mais alto nível de representação dentro da organização. Dois ou três, de uma média entre quatro e oito, mega processos geralmente representam a formação principal da cadeia de valor dentro da organização e os demais são primariamente processos de suporte.

Os processos principais são subdivisões dos mega processos, que representam um conjunto de subprocessos. É o primeiro nível de representação dos processos que permite visualizar o conjunto de ações a serem efetuadas.

Os subprocessos são subdivisões dos processos principais, que representam um conjunto de transações de negócios. É um nível de detalhamento dos processos que possibilita compreender em detalhe as ações a serem efetuadas (identificação das áreas da empresa).

As transações de negócios são um conjunto completo de atividades automatizadas ou manuais necessárias para atender a um ou mais eventos de negócio.

As atividades são as unidades de trabalho realizadas por uma pessoa, em um local, a um determinado tempo e com emprego de tecnologia.

A figura 2.2 mostra um exemplo da hierarquia de processos de um mega processo de vendas.

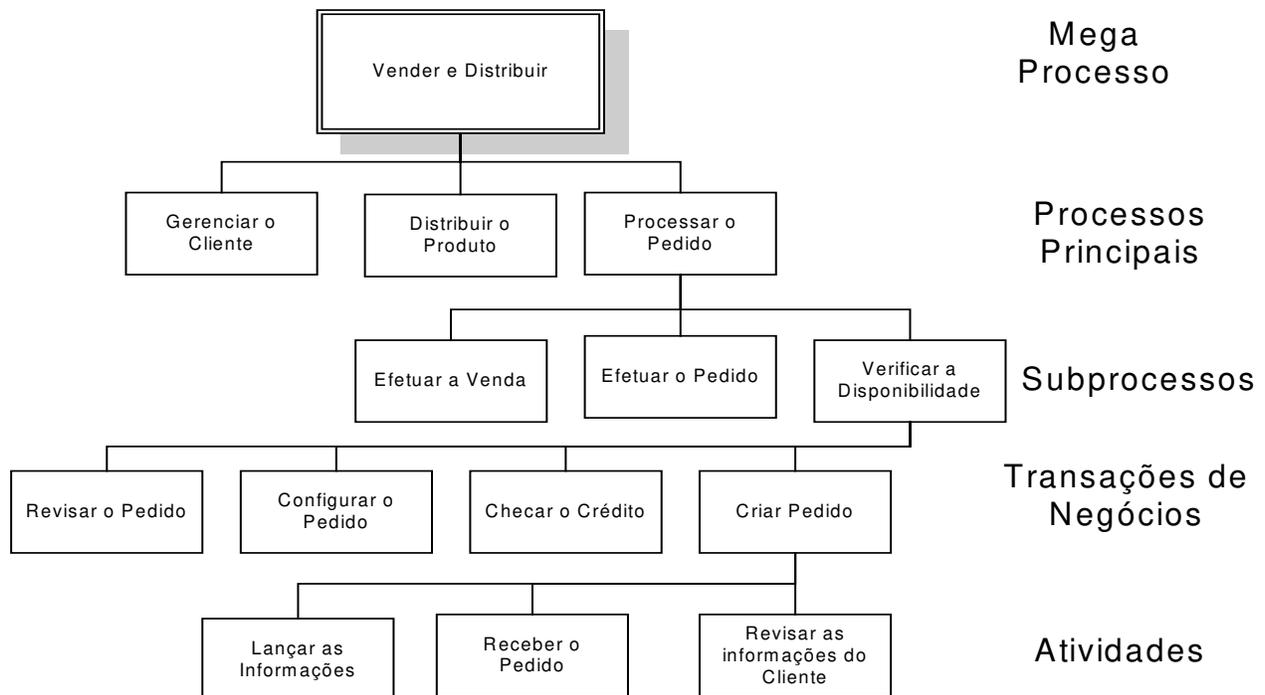


Figura 2.2. Exemplo de hierarquia de processos

2.3 Mapeamento de processos

Mapeamento de processos é um mecanismo para retratar a situação atual e descrever a visão futura dos processos de negócios (Ernest & Young, 1997:2). Os principais objetivos do mapeamento de processos são garantir:

- melhoria dos processos, tendo como objetivo eliminar processos e regras obsoletas e ineficientes e gerenciamento desnecessário;
- padronização de documentação;
- facilidade na documentação;
- destreza de leitura;
- homogeneidade no conhecimento entre todos os membros da equipe e
- complemento total na documentação dos processos.

O mapeamento pode ser realizado por processo localizado ou global (Andersen,1999:15). O mapeamento de processo localizado, ou seja, restrito a um determinado local ou função da empresa, faz com que haja um entendimento comum entre todos os participantes do projeto quanto às atividades, resultados e quem executa os diferentes passos. O escopo do projeto é definido rapidamente e é possível descobrir problemas mais específicos do processo analisado. Essa forma de mapeamento é bem rápida na prática, pois não há necessidade de documentar muitos processos e somente são documentados quando houver necessidade. Para pequenas empresas ou empresas em que os processos de negócios mudam frequentemente é a melhor forma de mapeamento.

Outra forma é o mapeamento dos processos globalizados, ou seja, mapear todos ou os principais processos. Segundo Andersen (1999) as vantagens desta forma são:

- aumenta o envolvimento dos empregados no trabalho, sendo criada uma motivação para a melhoria do projeto;
- amplia a visão da organização por parte da alta direção que consegue identificar novos projetos de melhoria e
- identifica com maior precisão os processos que podem ser melhorados através da análise dos mesmos individualmente e em conjunto com outros processos.

Para que se tenha um mapeamento eficiente dos processos, Andersen (1999) afirma que se devem descobrir as diretrizes da organização e somente depois identificar pessoas, proprietários, clientes e funcionários que são afetados pelos processos de negócios e, que mantenham expectativas quanto aos produtos e serviços entregues pela empresa através dos processos de negócios que produzem estes produtos, serviços e suporte.

2.4 Técnicas de mapeamento de processos

Segundo Kettinger (1997), há no mínimo setenta e duas técnicas usadas para acompanhar o mapeamento e reorganização de processos e a maioria destas técnicas foi desenvolvida para outros contextos e foram adaptadas a este trabalho; por exemplo, técnicas de qualidade e técnicas de modelagem de banco de dados.

As principais técnicas de mapeamento de processos são os mapas e diagramas que permitem ao modelador discutir e validar modelos de processos com os usuários. Essas técnicas levam à aplicação da heurística, onde a experiência dos modeladores e seus conhecimentos do

negócio modelado influenciam a criação dos diagramas e mapas (Phalp,2000). Neste trabalho, serão analisados: cadeia de valor agregado, árvore de funções, cadeia de eventos e funções, mapa de relacionamento, fluxograma, fluxograma inter-funcional, fluxograma multiníveis, árvore de especificações e diagrama de objetivos.

a) Cadeia de valor agregado

Esta cadeia descreve os processos em seus níveis mais elevados (mega processos, processos principais e subprocessos). Como pode ser visualizado na figura 2.3, o mega processo A é composto pelos processos A.1e A.2, e, por sua vez, o processo A.1 é composto dos subprocessos A1.1 e A1.2.

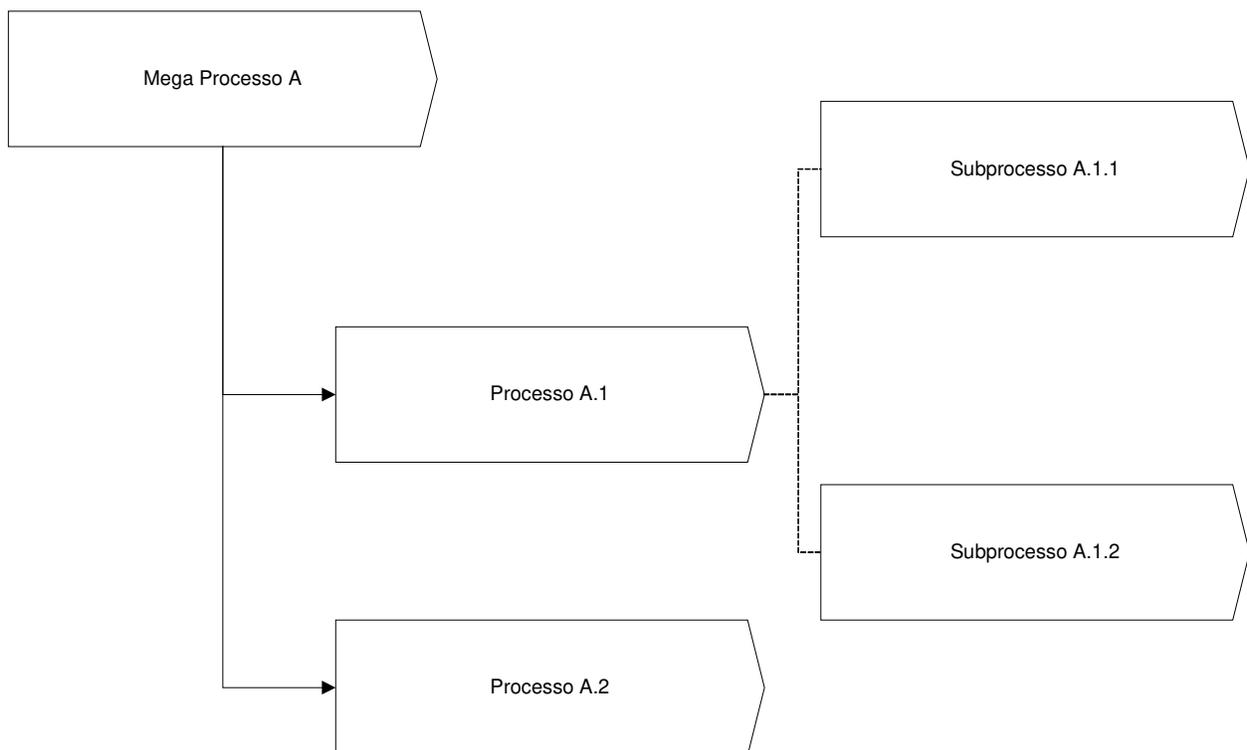


Figura 2.3. Cadeia de valor agregado

b) Árvore de funções

A Árvore de Funções identifica as funções, que são as atividade ou ações executadas sobre os objetos e tem por finalidade dar suporte aos objetivos do projeto. Apresenta um panorama geral desde o nível dos mega processos até o nível de subprocessos da empresa. No nível de subprocessos é descrita a ação e o objeto que sofre a ação. A Figura 2.4 apresenta o mega processo FT1, que é composto por quatro processos principais (F1, F2, F3 e F4). Por sua vez, o processo principal F4 é composto de quatro subprocessos que devem ser apresentados no formato de ação + objeto e no subprocesso F4.3 é executada a ação “Verificar” no objeto “Pedido de Venda”.

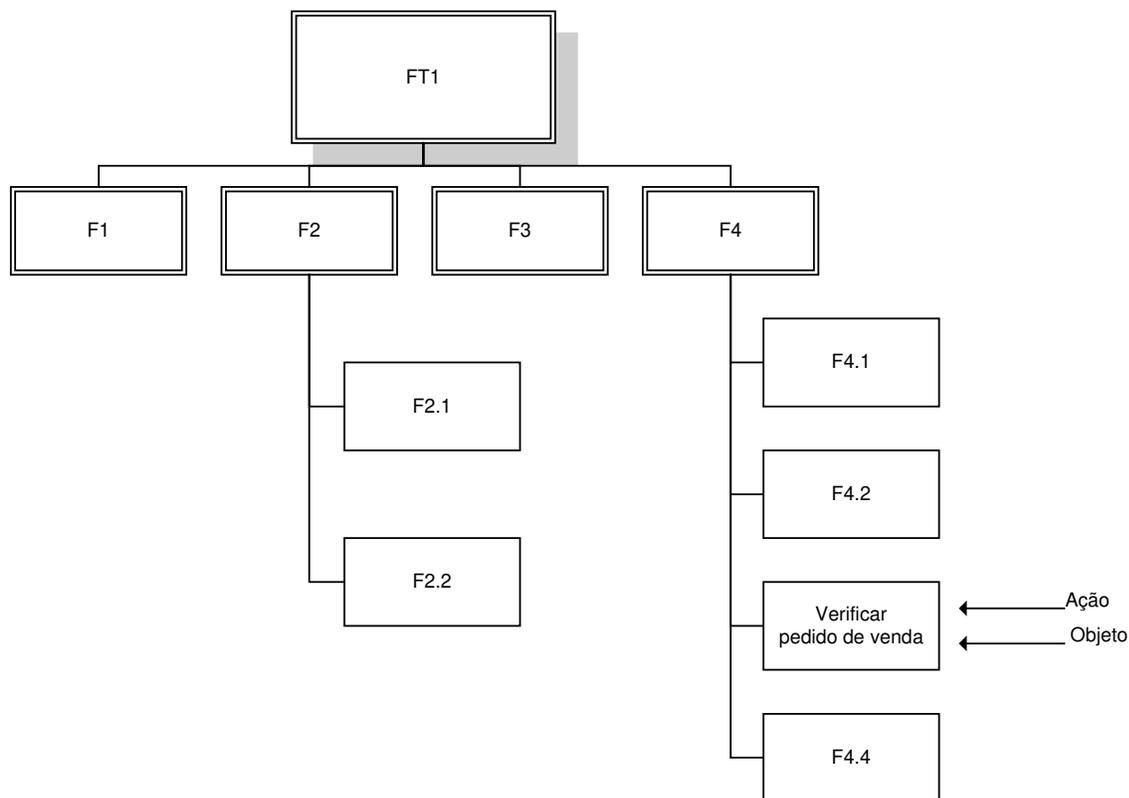


Figura 2.4. Árvore de funções

c) Cadeia de eventos e funções.

Descreve a seqüência de execução no nível de atividades, definindo o que (atividade) e quando fazer (evento). Na Figura 2.5 a atividade “Verificar o Pedido de Vendas” deve ser realizada após o evento “Pedido de Vendas Recebido”. Somente após a realização dos eventos “Pedido de Vendas Verificado” e “Final do Dia” será realizada a atividade “Analisar Crédito dos Clientes” que, por sua vez, ativará um dos dois eventos: “Crédito do Cliente Rejeitado” ou “Crédito do Cliente Aprovado”.

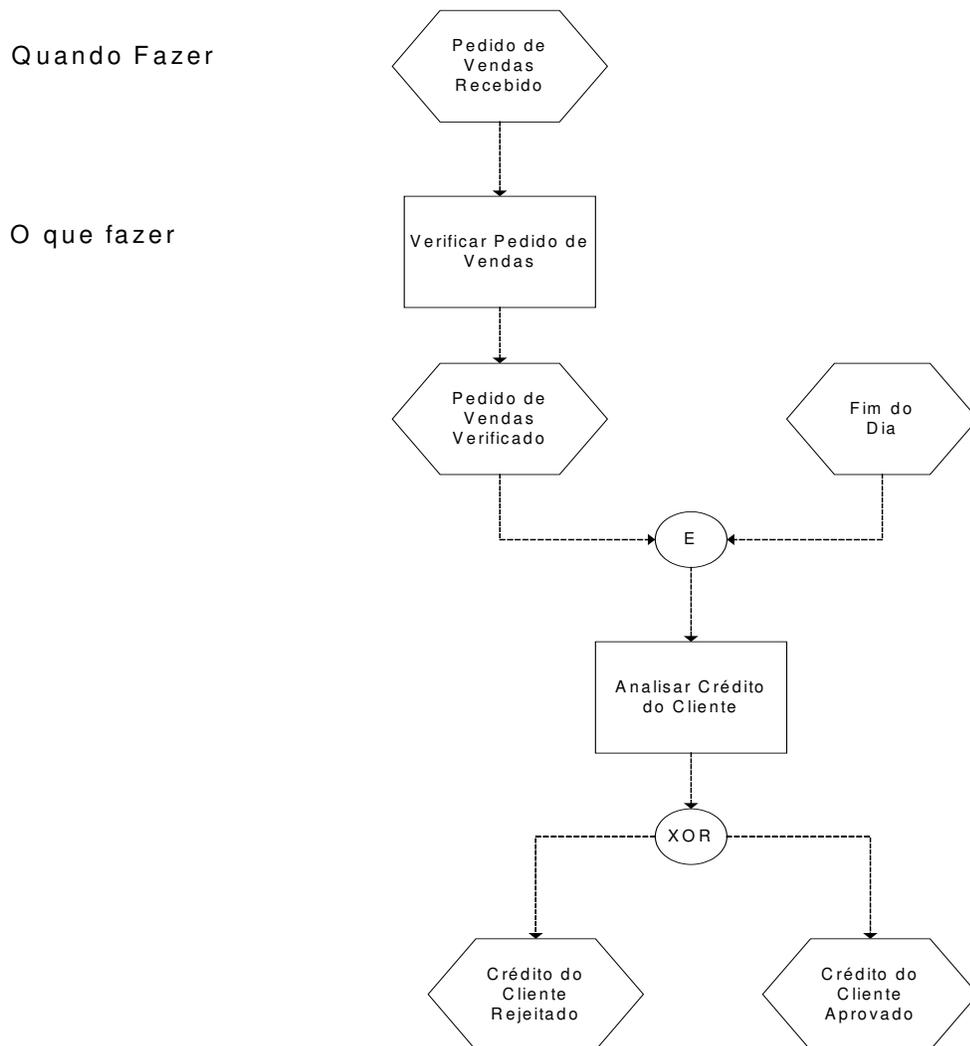


Figura 2.5. Cadeia de eventos e funções

d) Mapa de relacionamento (*relationship mapping*)

A função do mapa de relacionamento é identificar as relações existentes entre os departamentos envolvidos nos processos. A figura 2.6 mostra um exemplo do processo de “Venda” que envolve, internamente, as áreas de vendas, planejamento, compra e manufatura e, externamente, clientes e fornecedores. A área de vendas tem identificado as seguintes relações com o cliente: pedido e negociação. A área de planejamento relaciona-se com a área de vendas através do pedido, com a área de compras através do pedido e informações recebidas e com a área de manufatura através do pedido de produção. A área de compras além de ter relacionamento com a área de planejamento, relaciona-se com a área de manufatura enviando informações a respeito dos materiais comprados e com os fornecedores através de pedido de compra, negociação dos valores e quantidades pedidas. A área de manufatura relaciona-se com os clientes e os fornecedores através do fluxo da produção.

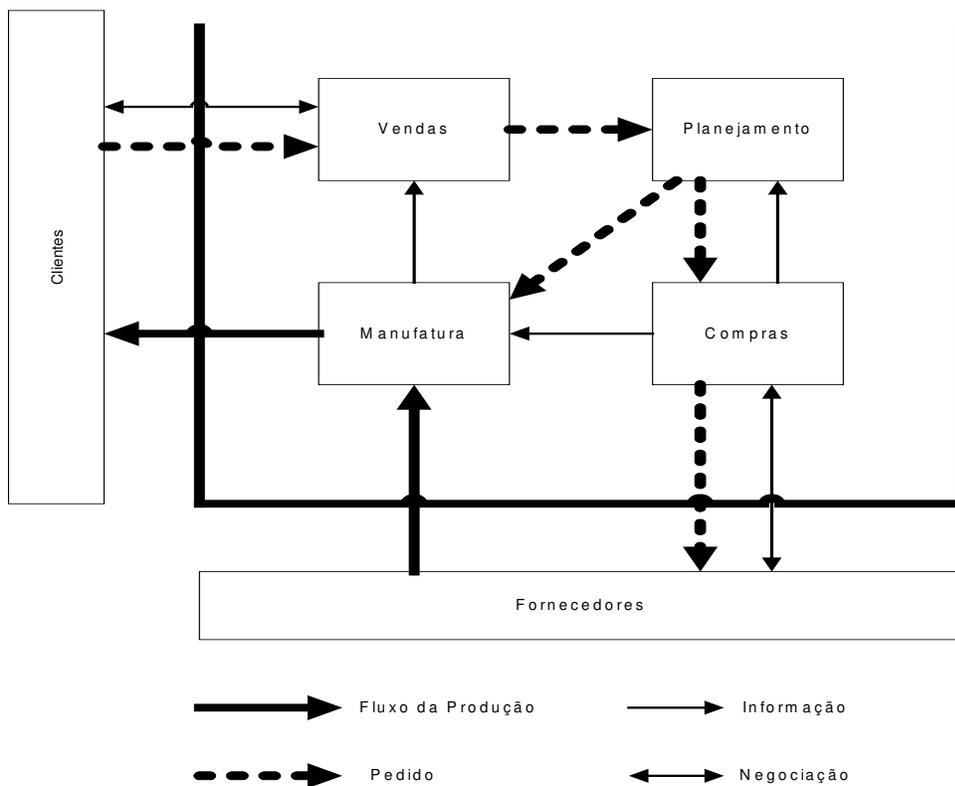


Figura 2.6. Mapa de relacionamento

e) Fluxograma

Pode-se dizer que o fluxograma é a descrição gráfica de atividades em um processo (Andersen, 1999:20), sendo identificadas atividades de início e fim do processo, atividade do processo, pontos de decisão, entradas ou saídas e documentos gerados.

Na figura 2.7. é apresentado um exemplo do fluxograma de venda. O processo inicia-se a partir da “Demanda do Cliente” gerando uma atividade de “Fazer Pedido” que produz um documento chamado “Pedido do Cliente”. Após esta etapa, inicia-se a atividade de “Planejar Produção” que gera os documentos “Plano de Produção” e “Necessidades de Aquisição”. A criação deste último documento impulsiona a atividade “Adquirir” que terá saída “Partes Compradas”. O processo “Produzir” somente se inicia após a conclusão do “Plano de Produção” e da compra de materiais necessários. A atividade “Produzir” tem como saída “Produtos” pedidos pelo cliente e como última atividade “Entregar” os produtos.

Há algumas variações do fluxograma que acrescentam informações como o fluxograma interfuncional e o fluxograma multiníveis.

f) Fluxograma interfuncional (*Cross-Functional Flowchart*)

Este diagrama exibe as mesmas atividades do fluxograma anterior, porém informa quem executa cada atividade. Na figura 2.8 a atividade “Fazer Pedido” é realizada pelo cliente; a atividade “Planejamento da Produção” é realizada pelo departamento de planejamento; a atividade “Adquirir” é realizada pelo departamento de compras; a atividade “Produção” é realizada pelo departamento de produção e a atividade “Entrega” é realizada pelo departamento de distribuição.

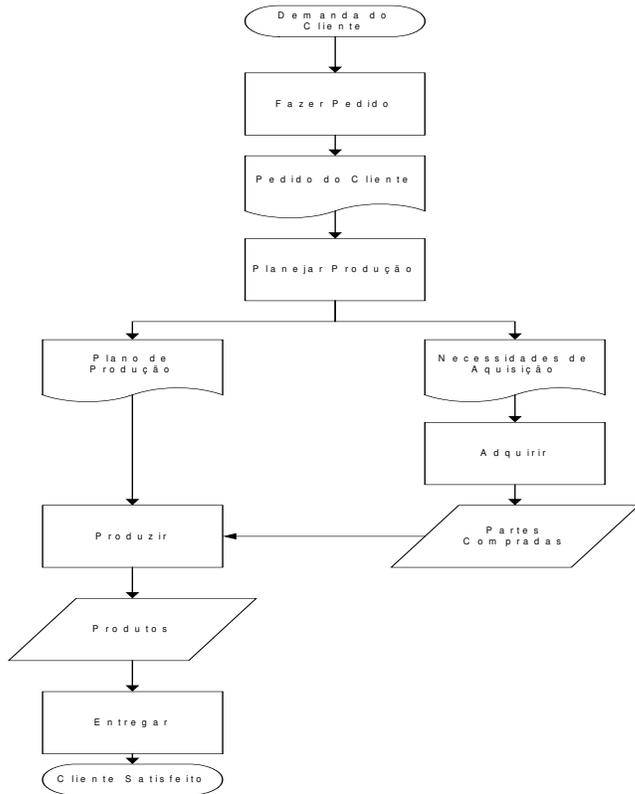


Figura 2.7. Fluxograma Básico

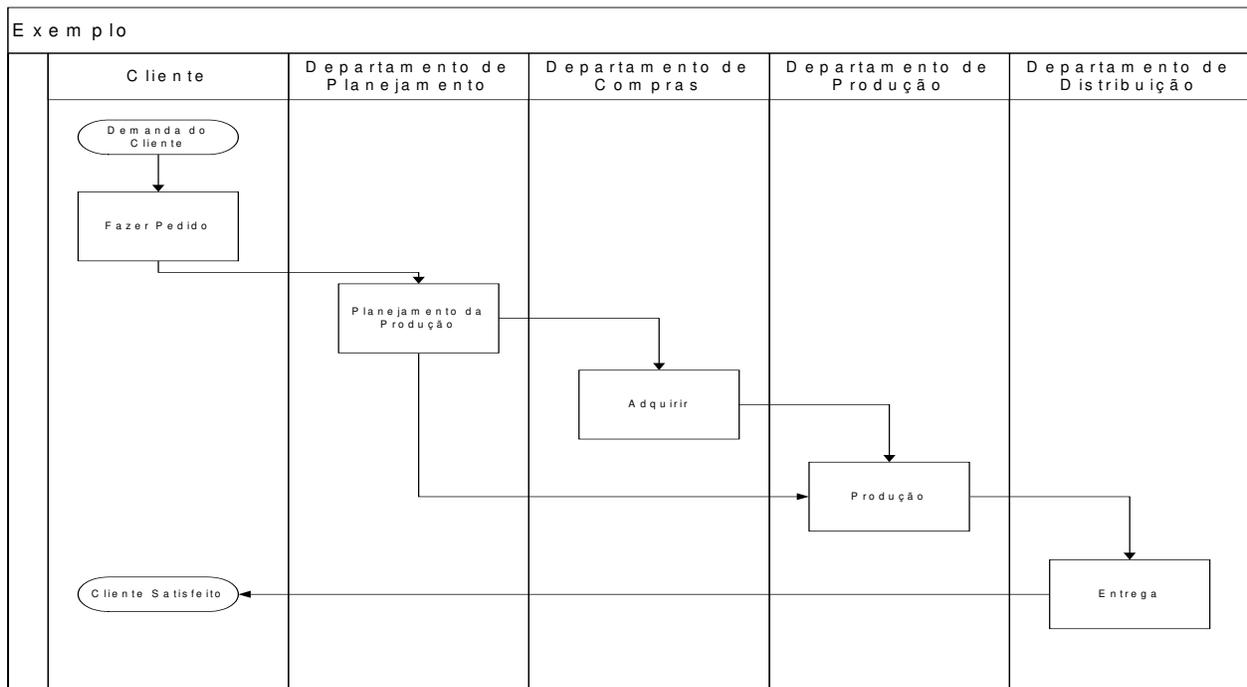


Figura 2.8. Fluxograma interfuncional

Podem-se acrescentar mais informações no eixo vertical ou horizontal como: tempo gasto ao longo do processo, custos embutidos até determinado ponto no processo e valores agregados, entre outros.

Adicionar muitas informações neste fluxograma combinado com processos complexos, podem tornar o fluxograma de difícil compreensão. Assim, torna-se interessante o uso de outra variação do fluxograma chamado fluxograma multiníveis.

g) Fluxograma multiníveis (*Several-leveled flowchart*)

Neste fluxograma, somente no início as atividades principais são mostradas e numeradas. Para que cada atividade principal seja apresentada com mais detalhes, outro fluxograma em um nível mais baixo é criado. A figura 2.9 apresenta um exemplo de pedido de compra, onde são informadas as atividades: “1-Fazer Pedido”, “2-Planejar Produção” que inicia duas novas atividades: “3- Adquirir” e “4- Produzir” e a partir desta, “5-Entregar”.

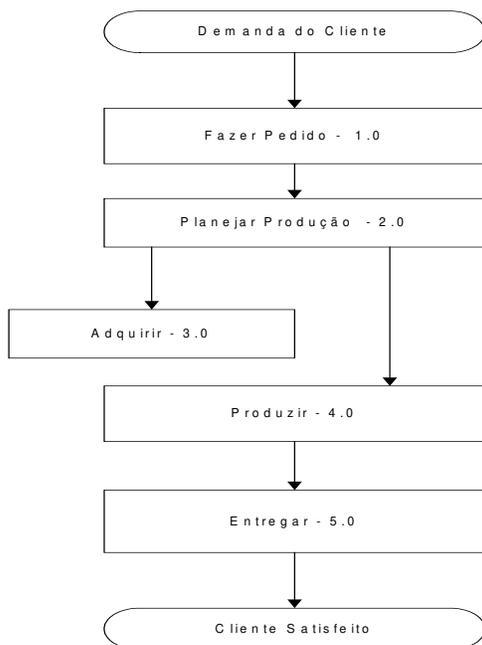


Figura 2.9. Fluxograma multiníveis

Na figura 2.10, por exemplo, a atividade “3.0- Adquirir” pode ser detalhada a partir de um novo fluxograma contendo as atividades “3.1 Selecionar Fornecedor”, “3.2 Negociar Preço”, “3.3 Fazer Pedido de Compra”, “3.4 Receber a Confirmação do Pedido”, “3.5 Registrar o Recebimento do Pedido”.

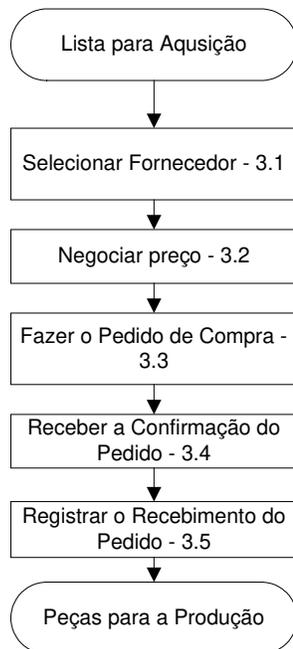


Figura 2.10. Fluxograma multiníveis detalhado

h) Árvore de especificações

É uma estrutura em forma de árvore cuja finalidade é apresentar uma listagem completa de todas as especificações necessárias para a perfeita caracterização do sistema. A especificação pode ser do sistema, mega processos, processos principais, subprocessos, transações de negócios ou atividades, dependendo do nível a que se refere.

Na figura 2.11 cada bloco corresponde a um documento. O bloco superior corresponde à especificação geral do sistema, que é a primeira a ser preparada, e contém um resumo de todas as características do sistema. A partir deste, passa-se a preparar as especificações dos mega

processos e que consistirão em expansões de partes da especificação do sistema para as especificações dos processos principais e assim por diante.

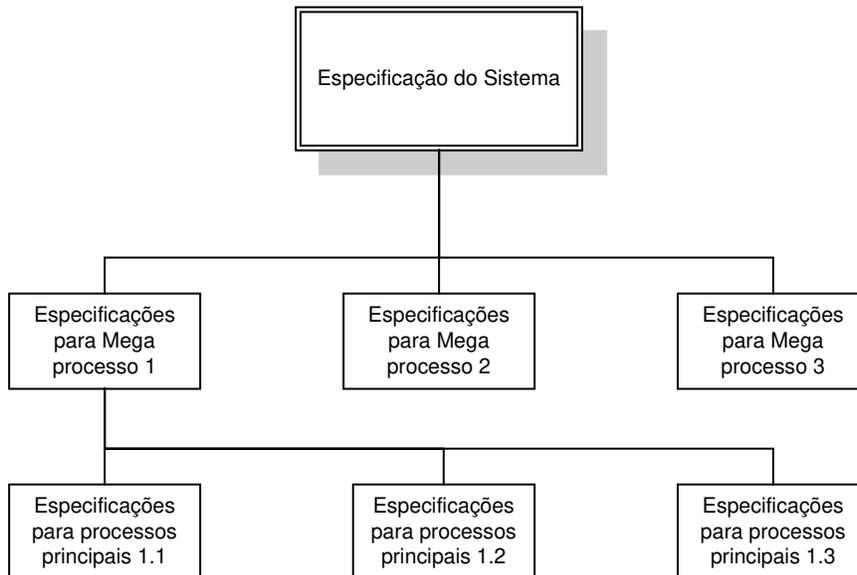


Figura 2.11. Árvore de especificações

i) Diagrama de objetivos

No diagrama de objetivos, um objetivo é definido pelo conjunto de metas a serem alcançadas pela empresa, apoiado nos fatores críticos de sucesso (FCS) e suportado pelos processos empresariais. Os FCS estabelecem aspectos externos ao projeto que devem ser considerados para que os objetivos sejam alcançados.

No exemplo da figura 2.12 o objetivo OBJ1 tem como fatores críticos de sucesso os itens FC1 e FC2. Por sua vez, OBJ1 tem dois subobjetivos OBJ1.1 e OBJ 1.2; o primeiro tem dois processos que o suportam que são F1 e F2 e dois fatores chaves de sucessos FC3 e FC4; o segundo tem o processo F3 e os fatores críticos de sucesso FC5 e FC6.

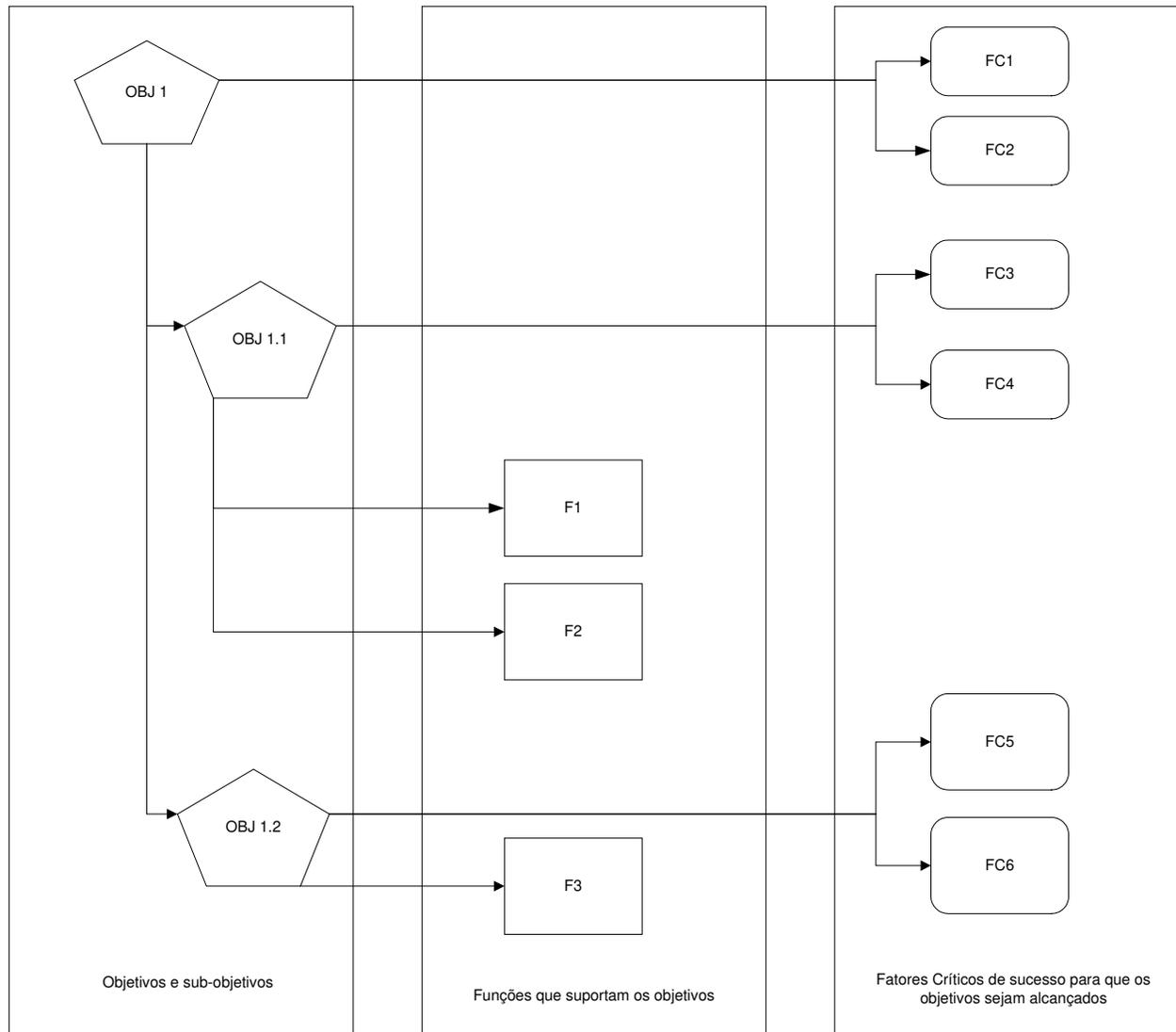


Figura 2.12. Diagrama de objetivos

Outras técnicas utilizadas como complemento para a reorganização de processos segundo Kettinger (1997) são as técnicas criadas para o controle de qualidade, como o diagrama Ishikawa (espinha de peixe), histograma, QFD (*Quality Function Deployment*) e o diagrama de Pareto entre outros. Pode-se citar como técnicas também utilizadas: rede de Petri, redes de controle de informação, diagrama de regras de atividades e análise de campo de força.

2.5 Algumas considerações sobre programas comerciais de mapeamento de processos

Há no mercado diversos *softwares*² que fazem o mapeamento de processos a partir das técnicas apresentadas. Alguns deles são apresentados neste trabalho: BPWin, ARIS Toolset e Workflow Analyzer.

a) BPWIN

BPwin é um *software* de modelagem da CA-Computers Associates (CA, 2002), usada em análise, documentação e aperfeiçoamento de processos empresariais complexos. Permite documentar fatores como, por exemplo, as atividades necessárias, de que maneira são executadas e de que recursos necessitam. Apresenta um panorama integrado de como a empresa opera, desde modelos de fluxos de trabalho de pequenos departamentos até diagramas hierarquizados de nós complexos. Trabalha com todos os diagramas apresentados anteriormente.

b) ARIS Toolset

ARIS Toolset é um *software* de modelagem e simulação da empresa IDS, que possibilita a modelagem integrada de diversos aspectos da organização, como estrutura organizacional, árvore de objetivos e sistemas de informação. Segundo Scheer e Habermann (2000) este *software* disponibiliza um método chamada ARIS para modelagens de processos que é integrada com o *software* de gestão SAP (*Systems, Applications and Productions*). Trabalha com variações dos diagramas apresentados anteriormente.

c)Workflow Analyzer

² Exemplos: BPWin, EasyFlow, Flowcharting, IT's Business Design Facility, Service-Model, Simprocess, BPWin, ARIS Toolset, Workflow Analyzer, Action Workflow, ABC Flowcharter-Micrografix e Extend+BPR entre outros.

O Workflow Analyzer, permite analisar os processos de negócios em detalhes, identificando pontos críticos, gargalos e oportunidades de melhorias. Contém um módulo de simulação. Trabalha com variantes dos diagramas apresentados anteriormente.

2.6 Conceitos de *software* de gestão

Software de gestão (ERP-*Enterprise Resource Planning*) é um sistema integrado, na maioria das vezes comprado de grandes fornecedores, que controla a empresa como um todo. Este inicia nos sistemas administrativo-financeiros, passando pelos sistemas de produção e terminando nos sistema de tomada de decisão usados pela direção da empresa.

Um dos principais *softwares* de gestão é o sistema R/3 (*Real Time System, v.3*) desenvolvido pela empresa alemã SAP (Shanmugam et al., 2000).

Para sua implantação, é necessário haver o mapeamento de todos os processos das áreas envolvidas e verificar a necessidade de se mudar ou não a forma da empresa trabalhar ou fazer alterações dos processos no próprio R/3. O que se verifica é que, na maioria das vezes, são as empresas que se adaptam aos processos do R/3 e não o contrário, principalmente pelo alto custo (Chalmeta et al., 2001) e a necessidade de mudança de cultura da empresa que instala o software (Hong e Kim, 2002).

A implantação de um sistema de gestão custa em média sete vezes mais que a compra das licenças do *software* (Scheer e Habermann, 2000). O SAP/R3 tem mais que cinco mil parâmetros, o que evidência o seu grau de complexidade. Outros *softwares* de gestão são: BAAN, PeopleSoft, JEdwards, Oracle ERP etc.

As principais razões que levam as empresas a instalarem ERP são (Poston e Grabski, 2001): unificação e integração de operações complexas, rápida implementação, qualidade da tecnologia usada, aumento do suporte para tomada de decisão, redução dos ciclos financeiros,

melhoria da satisfação dos clientes, aumento da eficiência dos processos de negócios e indiretamente a redução de custos. Porém, em estudo realizado por Poston e Grabski (2001) com cinquenta empresas americanas que instalaram ERP, verificou-se que não houve ganho financeiro significativo nos primeiros três anos após a implantação, contudo, houve um significativo decréscimo no número de funcionários nas empresas pesquisadas.

Segundo Akkermans e Helden (2002) o principal fator de sucesso para a implantação de um sistema de gestão é a comunicação e a cooperação interdepartamental, pois esse *software* tem a integração das diversas funções da empresa como sua principal característica. Outros fatores para o sucesso segundo Ang et al. (2002) são o suporte da alta direção da empresa através da participação em comitê diretivo do projeto, o gerenciamento eficiente do projeto, a educação, o treinamento dos usuários e da equipe técnica e o suporte da empresa fornecedora do software de gestão.

Os principais processos de negócios oferecidos pelos *softwares* de gestão são (Shanmugam, 2000):

- 1) processos de planejamento: planejamento estratégico empresarial, planejamento econômico-financeiro, análise de viabilidade econômico-financeiro, administração de custo e orçamento;
- 2) processos de *marketing*: planejamento de marketing, pesquisa de mercado, análise mercadológica, propaganda e publicidade, administração de produtos, previsão de vendas e atendimento ao consumidor;
- 3) processos de suprimentos: planejamento de materiais, compra de materiais, recebimento de materiais, controle de estoque e distribuição de materiais;
- 4) processos de produção: planejamento de produção, programação de produção, controle de produção e controle de estoque de produto semi-acabado;

- 5) processos de qualidade: planejamento da qualidade, normatização, padronização, controle de qualidade, auditoria e inspeção;
- 6) processos de vendas: planejamento de vendas, administração de cliente, pedidos de vendas e acompanhamento de vendas;
- 7) processos de distribuição: planejamento de distribuição, administração de rotas e transportadoras, montagem de carga e expedição de mercadoria;
- 8) processos de finanças: fluxo de caixa, faturamento, cobrança, captação de recursos financeiros, aplicação de recursos financeiros, administração de caixa, operações bancárias, pagamentos, administração de créditos e contabilização financeira e
- 9) processos de recursos humanos: recrutamento e seleção, controle de assiduidade, cálculo de pagamento, administração de benefícios e avaliação de desempenho.

Após analisar cada uma das técnicas de mapeamento de processos apresentadas neste capítulo, verifica-se que há sempre a necessidade de se usar mais que uma técnica em conjunto para se ter um resultado eficaz. Isto torna o mapeamento demorado, quando grande e complicado. Assim, o recomendado é que se utilize uma única técnica de mapeamento que consiga englobar todos os aspectos do processo e também tenha facilidade de uso igual ou melhor às descritas anteriormente.

Há alguns modelos que tomam como base esta recomendação como Aalst (2000) com as redes de Pedri, Phalp e Martin (2000) com o diagrama de regras de atividades e Johannesson e Perjons (2001) com a linguagem de modelagem de negócios (BML). Neste trabalho, é apresentado o IDEF devido sua grande utilização (NUMA, 2002) e introduzido o modelo

denominado sistemografia devido a sua facilidade para mapeamento de processos simples e complexos.

2.7 Definição de produção auxiliada por computador

A definição de produção auxiliada por computador, conhecida pela sigla IDEF (*Integrated Computer Aided Manufacturing DEFinition*), foi desenvolvida a partir da necessidade do governo americano, de rever, reestruturar e reorganizar várias agências federais (NUMA, 2002).

O IDEF é constituído de 16 modelos, cada um com objetivos específicos: IDEF0 – Modelo funcional, IDEF1 – Modelo de informações, IDEF1X – Modelo de dados, IDEF2 – Modelo de simulação, IDEF3 – Descrição de processos, IDEF4 – Modelo de objetos, IDEF5 – Modelo para coleta/aquisição de informação, IDEF6 – design, IDEF7 – Sistema de informação, IDEF8 – Modelo de interface com o usuário, IDEF9 – Modelo de cenários, IDEF10 – Modelo de arquitetura de implementação, IDEF11 – Modelo de construção, IDEF12 – Modelo organizacional, IDEF13 – Projeto de mapeamento do esquema triplo, IDEF14 – Projeto de rede (IDEF,2002).

Os modelos IDEF's utilizados para a modelagem funcional e descrição de processos são: IDEF0 e IDEF3.

2.7.1 IDEF0

O IDEF0 é derivado de uma linguagem gráfica - SADT (*Structure Analysis and Design Technique*). O diagrama IDEF0 é baseado em caixas e setas. Essas setas podem ser: entradas, controles, saídas ou mecanismos (IDEF, 2002).

O modelo IDEF0 é usado para modelar processos automatizados ou não. Para processos novos, o IDEF0 é utilizado, inicialmente, para analisar requisitos e especificar funções e, em seguida, é utilizado para projetar a implementação de um sistema aderente a esses requisitos e executando suas funções. Nos processos já existentes, o IDEF0 é utilizado para analisar tanto as funções que um sistema executa como também para registrar os mecanismos (meios) pelos quais elas estão sendo implementadas.

O resultado da aplicação do IDEF0 em um sistema é um modelo que consiste de uma série hierárquica de diagramas e textos contidos num glossário de referências cruzadas entre eles. Os dois componentes básicos de modelagem são as funções (representadas no diagramas por caixas) e os dados e objetos que inter-relacionam aquelas funções (representadas por setas) (IBM, 2002).

Na figura 2.13 é apresentado um exemplo de processo de manutenção, onde a atividade “Remover & Recolocar” recebe um item a ser trabalhado. Em seguida é definido um “Cronograma para Compra” que gera duas funções “Inspeção ou Reparo” ou “Monitoramento” e esta pode aguardar a compra de itens ou definir substituição.

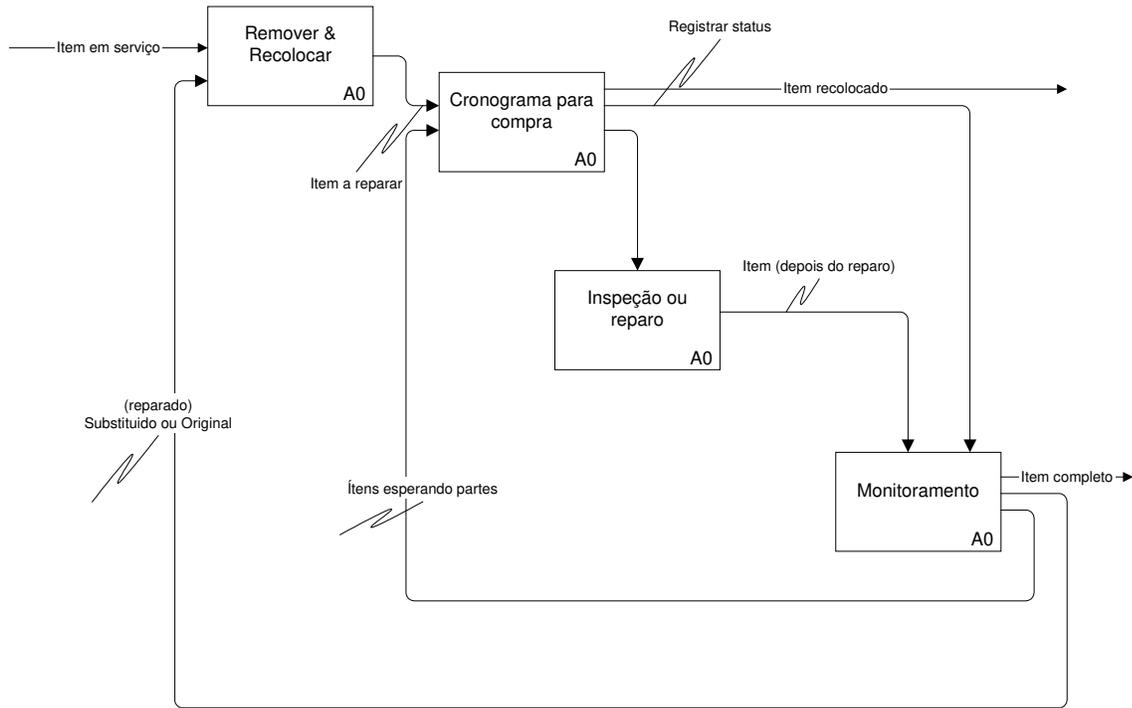


Figura 2.13 – IDEF0 (adaptado IDEF, 2002)

2.7.2 IDEF3

O IDEF3 é um modelo de descrição de processos e foi criado para descrever as seqüências das atividades (Mayer e Menzel, 1995:25). Possui recursos para mostrar o tempo e decisões lógicas quando o processo de negócio é executado. O IDEF3 é um detalhamento das atividades do IDEF0, mostrando exatamente em que condições e qual o impacto causado pelas regras de negócio.

O exemplo da figura 2.14 descreve um processo utilizando o modelo do IDEF 3. “X” significa “XOR”, onde somente será seguido um caminho. O primeiro “O” significa “OU”, onde poderá ser seguido um ou os dois caminhos. O segundo “O” significa a junção dos dois caminhos.

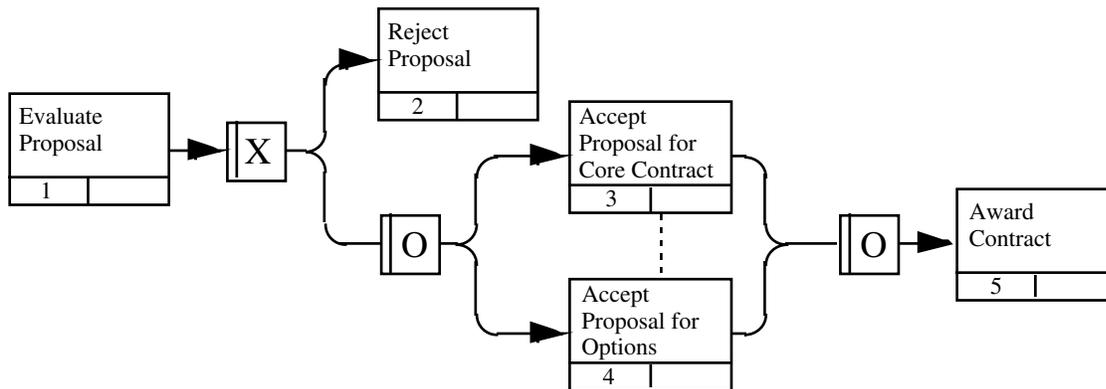


Figura 2.14 – IDEF3 (Mayer e Menzel, 1995: 26)

2.8 Sistemografia e sistemógrafo

A partir da Engenharia de Sistemas, que envolve a aplicação de esforços para a análise funcional e a reorganização de processos e, utilizando-se dos fundamentos da Teoria do Sistema Geral (Bertalanffy, 1968), Le Moigne (1990) descreveu os conceitos básicos sobre o método chamado Sistemografia. Posteriormente, Bresciani (2002) descreveu operacionalmente este modelo.

A sistêmica é uma teoria de modelagem de sistemas complexos, que decorre dos estudos desenvolvidos principalmente a partir da Teoria do Sistema Geral. Nela se substitui o enfoque analítico, onde a principal questão é “do que isto é feito?” pelo enfoque sistêmico, onde a questão é “o que isto faz?”.

O enfoque sistêmico tem alguns preceitos básicos (Bresciani e D’Ottaviano, 2000):

- a existência do sistema, com uma estrutura subjacente, constituída por um conjunto de elementos e pelas relações entre esses elementos, e com uma funcionalidade;
- a caracterização dos elementos internos, externos e de fronteira do sistema;

- a existência das propriedades de sinergia, globalidade e novidade;
- a presença de um sujeito observador do sistema, de natureza complexa e com a possibilidade de ser externo, interno ou de fronteira;
- a possibilidade do sistema receber do exterior (meio-ambiente), transformar internamente e transmitir para o exterior (meio-ambiente), através de uma fronteira (arbitrária), energia, matéria e informação;
- a identificação de relações de distintos graus de complexidade entre os elementos do sistema;
- a identificação de uma propriedade do sistema, caracterizada por sua estrutura e pelo seu funcionamento, denominada organização, que conduz o comportamento do sistema;
- a existência das propriedades teleológicas (nas quais o objeto é interpretado pelo seu comportamento) e de equifinalidade do sistema;
- a criação, no sistema, de condições restritivas e de perturbação, de características determinadas (certas) e indeterminadas (incertas) devido à interação com o meio-ambiente através de sua fronteira (arbitrária);
- a necessidade da existência de um campo de influência (ou de forças) para provocar um fluxo de atividades;
- a possibilidade de manutenção de equilíbrio estrutural e funcional, ou seja, da manutenção do estado do sistema nas relações com o meio-ambiente, através do mecanismo da regulação;

- a possibilidade de mudança de estado com a emergência de novo estado, que caracteriza a criação ou a evolução, através do mecanismo de adaptação estrutural e funcional;
- a possibilidade da presença do fenômeno de auto-organização, decorrente da interação das atividades predeterminadas do sistema com as atividades autônomas e espontâneas dos elementos do sistema em um processo recorrente e
- a possibilidade de transformações através de processos criativos, que podem ser decorrentes do fenômeno de auto-organização.

A sistêmica utiliza-se de uma técnica de construção de modelos complexos chamada sistemografia. Sistemografar é construir um modelo de um fenômeno percebido como complexo. O modelo é uma representação do sistema através de uma exemplificação idealizada da realidade, com o propósito de explicar as relações essenciais envolvidas. A sistemografia constrói um fluxograma de um processo sistêmico com a denominação de sistemógrafo.

A sistemografia é a representação de atividades, identificados por um modelador, por meio de um sistema, utilizando-se para tanto da teoria do sistema geral. A Teoria do Sistema Geral tem como objetivo compreender o comportamento dos sistemas complexos em relação aos seus diversos componentes e o meio-ambiente. É uma teoria criada na tentativa de modelagem de sistemas abertos (que interagem com o meio-ambiente), em contrapartida ao tradicional método analítico (tratamento de sistemas fechados) (Schoderbek,1990:5-32). Diferentes modeladores podem construir diferentes sistemógrafos.

Para a criação do sistemógrafo, a sistemografia classifica as atividades que estão dentro da fronteira do projeto por: família (objetos processados ou objetos processadores), por categoria (operacional, informacional e decisional), por tipo (forma, espaço e tempo) e por nível de complexidade (1º a 9º).

a) Classificação por família:

A atividade é representada pelo que ele faz (processador) ou pelo resultado de algo que nele foi feito (processado). A atividade pode ser considerada como uma caixa-preta, com a sua constituição interna não definida e, portanto, não necessária para sua compreensão.

b) Classificação por categoria:

As atividades constituem sistemas que, por sua vez, podem ser classificados em três categorias: sistema operacional, sistema informacional e sistema decisional. O sistema operacional é constituído pelas atividades desenvolvidas. O sistema informacional é constituído da utilização de informações para se desenvolver as atividades. O sistema decisional é constituído pelo conjunto de decisões tomadas a partir das informações para realização das atividades.

c) Classificação por tipo:

A atividade deve ser classificada pelos tipos: tempo, espaço e forma. A definição do tipo da atividade deve ser feita a partir das alterações no comportamento do objeto que está sendo referenciado na atividade em relação aos referenciais tempo (se o tempo gasto para executar a atividade foi relevante), espaço (se a atividade ocasionou o deslocamento relevante de algo) e forma (se a atividade alterou ou converteu algo relevante). Cada atividade pode ser classificada por um ou mais tipos.

d) Classificação por nível de complexidade:

A atividade deve ser classificada em um dos nove níveis progressivos de complexidade (Kintschner, 1998:8).

1º- Atividade passiva: a atividade é inerte e não exerce qualquer processamento. Exemplo: alguma área da empresa que tem como atividade receber um documento e, simplesmente, repassá-lo para outra sem qualquer verificação ou processamento.

2º- Atividade ativa: a atividade processa, realiza e exterioriza um comportamento. Exemplo: todas as atividades que tenham algum tipo de processamento.

3º- Atividade regulada: a atividade também processa, realiza e exterioriza um comportamento, porém, manifesta uma efetiva regularidade em sua atividade. Exemplo: a atividade de retirada de amostra de matéria prima recebida para verificação da qualidade.

4º- Atividade informada: a atividade também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular, porém, utilizando informação de forma relevante. Exemplo: a atividade de dar baixa nos materiais do estoque, de acordo com a requisição do usuário e disponibilidade no estoque.

5º- Atividade com decisão: a atividade tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação que provoca uma ação pré-definida e conhecida. Exemplo: o processo de rejeitar o recebimento de um material devido a problema na qualidade.

6º- Atividade com memória: a atividade além de tomar decisão apóia-se em um processo de memorização; a representação é feita com processador decisional. Exemplo: consulta a área de compras de materiais para verificar procedimentos a serem tomados em relação a um fornecedor.

7º- Atividade com coordenação: a atividade articula-se segundo três subsistemas agregados e fundamentais: decisional, informacional e operacional; o processador decisional deve ter a capacidade de coordenação que implica na capacidade relacional, ou seja, número de

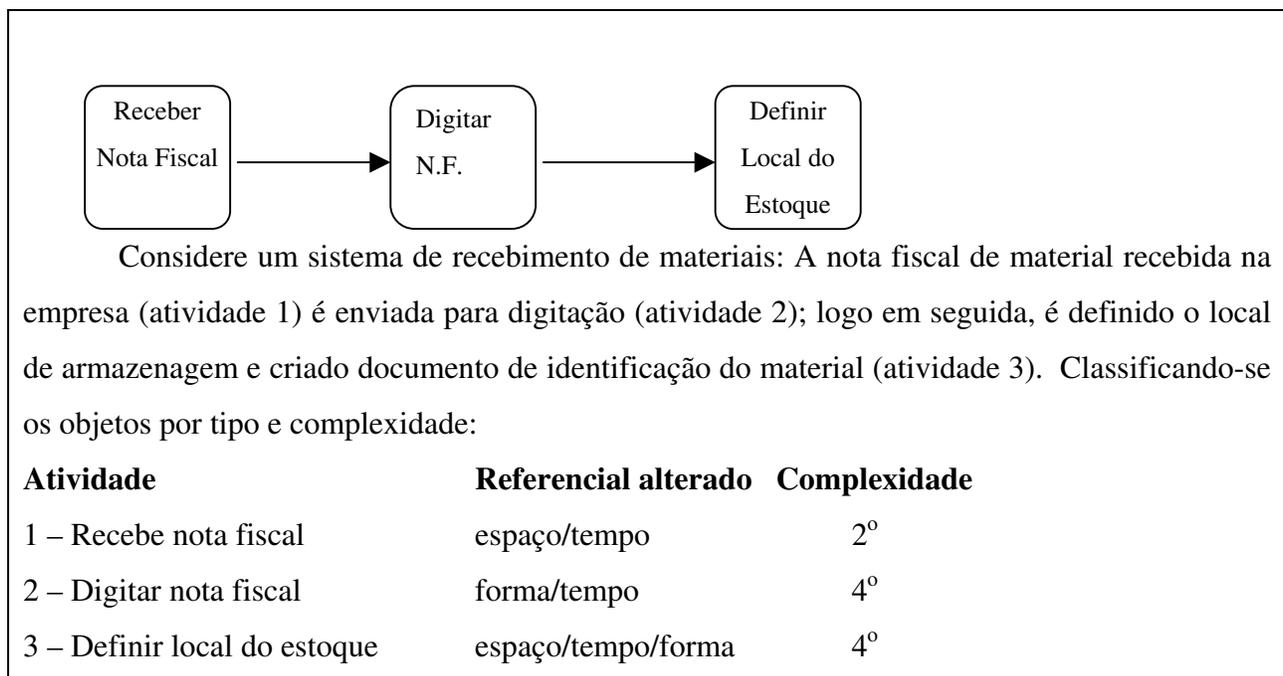
outros processadores com os quais se conecta, e a capacidade de tratamento de informação. Exemplo: atividades de tomada de decisões rotineiras tomadas pela direção de uma empresa.

8º- Atividade com inovação: a atividade tem a capacidade de inovação (imaginação, seleção, concepção, criação e invenção), de gerar informação simbólica, de aprendizagem, de inteligência, e de auto-organizar-se. Exemplo: atividades da área de marketing da empresa com capacidade de inovar, através de campanhas, os produtos da empresa.

9º- Atividade com autofinalização: a atividade passa a ter no seu sistema de coordenação a capacidade de gerar os seus próprios objetivos e de ter consciência da sua existência e identidade. Essa atividade tem, ainda, a capacidade de definir diagnóstico e manutenção. Exemplo: atividade de tomada de decisões autônomas de estabelecimento de políticas, realizada pela direção de uma empresa.

O quadro 2.1 adaptado de Bresciani (1997) exemplifica as classificações apresentadas.

Quadro 2.1 - Exemplo de Classificação de Sistemógrafo



A função da atividade 1 é de transporte; há um deslocamento do documento, alterando o espaço na atividade processada (nota fiscal) e sua complexidade é do 2º nível, pois, apesar de manter uma certa regularidade, não possui um meio de controle automático, podendo sofrer alterações de comportamento provocadas por algum fator externo (como, por exemplo, um aumento nas compras).

A função da atividade 2 é a transformação (digitação) da nota fiscal, alterando sua forma.

A função da atividade 3 é de transformação e transporte, pois há um novo documento para estocagem do material e este é deslocado para o local definido, alterando a forma e espaço. As três atividades alteram o tempo, pois cada uma utiliza um determinado tempo na execução da sua tarefa.

As atividades 2 e 3 são de 4º nível, pois têm a capacidade principal de processar informações .

Desta forma, podem-se sugerir as seguintes etapas para o mapeamento e reorganização de processos adaptado de Bresciani (2002):

1ª Definir a fronteira do sistema a ser modelado, fixando os processadores de fronteira, ou seja, aqueles responsáveis pelas entradas e saídas do sistema.

2ª Construir o sistemógrafo operacional do sistema, dispondo em um fluxograma as diferentes atividades operacionais e representando cada uma com um determinado processador operacional caracterizado segundo o tipo (espaço, forma, tempo) e o nível (1º ao 9º).

3ª Construir o sistemógrafo informacional do sistema, dispondo em um fluxograma as diferentes atividades que se utilizam do processamento de informação; as informações tipicamente processadas são informações de fornecedores, de pedidos, estoque, produção, etc.

4ª Construir o sistemógrafo decisional do sistema de produção, dispondo em um fluxograma as diferentes atividades que tiveram processo de decisão e representando cada uma segundo os mesmos critérios adotados para os outros dois sistemas (operacional e

informacional); é importante notar que a tomada de decisão apóia-se na informação disponível e afeta a operação;

5^a Classificar todos os processadores do sistemógrafo em categorias, tipos e níveis e construir uma tabela comparativa; esse procedimento permite o processo de busca da reorganização, flexibilidade e agilidade do sistema.

6^a Relacionar os problemas em uma ordem de prioridade, adotando-se critérios qualitativos e quantitativos, identificar e encontrar soluções para os problemas, que levem às modificações operacionais, informacionais, decisoriais e organizacionais (funcionais e estruturais) e ao estabelecimento de estratégias visando a acompanhar e a controlar o processo de evolução do sistema.

7^a Reduzir, aglutinar ou eliminar atividades que envolva pelo menos um dos itens abaixo:

- níveis baixos de complexidade (menor que três);
- somente tipos espaço e tempo, isto é, se a atividade não alterou ou converteu o objeto;
- somente categoria operacional.

8^a Propor a solução dos problemas na forma de recomendações estratégicas e de procedimentos e, em uma fase posterior, implantar, acompanhar e aprimorar as mudanças tecnológicas e administrativas adotadas.

2.9 Reorganização de processos

Aproximadamente 70% dos projetos de reorganização de processos falham e os principais obstáculos são a falta de comprometimento da alta direção da empresa com o projeto, definição

incompleta do projeto de reorganização, escopo e expectativas difíceis de serem atingidas, resistência a mudanças e recursos inadequados (Grant, 2002).

Após a onda de reengenharia aplicada nas empresas no início da década de 1990, onde havia mudanças radicais nos processos e nas estruturas empresariais, surge o conceito de reorganização dos processos de negócios, onde as mudanças ocorrem de forma incremental e contínua com participação de todos os envolvidos (Kettinger e Teng, 2000).

Para se verificar a necessidade de reorganização de processos, deve-se verificar primeiramente qual o mercado que a empresa deseja atingir e como ter uma vantagem em relação aos concorrentes (Goold e Campbell, 2002).

A reorganização de processos envolve a análise e a definição de fluxos de trabalho e processos nas empresas. O aumento da importância da reorganização dos processos nas empresas está associado ao movimento TQM (*Total Quality Management*), onde os especialistas em qualidade focalizam na mudança incremental e gradual como sendo um fator para a melhoria dos processos (Malhotra, 1998). Neste contexto, a importância do paradigma da mudança radical na reorganização de processos é reduzida.

Pesquisas mostram que as reorganizações de processos nas empresas ocorrem a partir de mudanças radicais ou mudanças evolutivas (Meyerson, 2001). As mudanças evolutivas, vistas isoladamente, não são perceptíveis, mas acumuladas, tem-se o mesmo resultado das mudanças radicais. Sua principal vantagem é que ocorrem menos conflitos dentro da empresa. A reorganização de processos deve ser realizada preferencialmente de forma evolutiva, porém, deve ser ressaltado que em algumas áreas não existe esta possibilidade, devido à natureza das atividades envolvidas, sendo necessária a mudança radical.

As principais etapas da reorganização de processos são (Changchien e Shen, 2002; Kettinger et al., 1997):

- definição do plano estratégico: a empresa deve criar um plano estratégico, antes de qualquer processo de reorganização, para se ter uma visão clara do que é a empresa, seus objetivos e metas;
- análise dos processos atuais: verificar como a empresa trabalha atualmente e suas necessidades;
- análise de novas tecnologias: verificar novas tecnologias que possam ser utilizadas nos processos a serem alterados;
- definição da visão futura dos processos: projetar as alterações desejadas nos processos e
- implantação da reorganização: colocar em prática os novos processos e verificar sua performance.

A reorganização de processos implica em (Wells, 2000):

- mudanças significativas nos processos de negócios;
- análise nos processos e não em áreas funcionais ou departamentais;
- foco nos maiores objetivos e/ou melhorias críticas;
- uso da tecnologia de informação como principal facilitador para a reorganização dos processos e
- controle das mudanças, pois mudanças organizacionais são críticas e devem ser bem gerenciadas.

Para o sucesso da reorganização dos processos alguns fatores devem ser verificados: cultura organizacional, organização dos recursos, gerenciamento de resistências e mudanças.

A cultura organizacional da empresa deve ser caracterizada pela participação efetiva dos funcionários das áreas envolvidas na reorganização, com o compartilhamento da visão organizacional e na tomada de decisão.

A organização de recursos envolve recursos financeiros, técnicos, humanos e tempo. Pode-se ter um efeito negativo sobre o projeto, sem estes recursos em quantidade suficiente para atender às necessidades decorrentes da reorganização.

A resistência por parte dos funcionários pode levar a reorganização dos processos ao fracasso. A resistência pode ser causada pelo receio da perda do emprego, perda de poder, necessidade de novos conhecimentos, ceticismo quanto aos resultados e interesses internos das áreas funcionais.

O gerenciamento de mudanças envolve delegação de tarefas para os funcionários, sistema de recompensa, treinamento, educação e comunicação.

Durante a fase de reorganização de processos alguns princípios adaptados de Hammer (2001) devem ser seguidos:

- o cliente vem em primeiro lugar, ou seja, deve-se ter sempre com fator principal para as mudanças o atendimento ao cliente;
- cada processo deve ser projetado como uma unidade. Deve-se entender e reorganizar o processo do início ao fim;

- nenhuma atividade deve ser executada mais que uma vez. Não se deve tolerar duplicação e redundância de atividades e
- o processo deve ser realizado por quem esteja melhor preparado para fazê-lo. Deve-se verificar quem é a melhor pessoa ou até mesmo outra empresa para se fazer a atividade.

Neste capítulo foi apresentada a sistemografia, que é a técnica utilizada no método projetado para o mapeamento e reorganização de processos. Ela faz a ligação entre a engenharia de sistemas e as técnicas de engenharia de *software* (que são analisadas no capítulo 3) para o desenvolvimento de sistemas de informação.

3. Conceitos de engenharia de *software*

Neste capítulo são apresentados os principais enfoques da engenharia de *software* para a análise de requisitos dos sistemas de informação.

Engenharia de *software* significa usar princípios da engenharia nas fases de desenvolvimento de *software* para melhorar a qualidade e reduzir o custo do *software* produzido (Jones, 1993:270). Porém, em relação a outras engenharias, ainda é muito recente, somente no final dos anos de 1960 é que começaram a aparecer resultados de pesquisas sobre a engenharia de *software* (Glass et al., 2002).

A engenharia de *software*, através de um método de desenvolvimento de sistemas de informação, tem a responsabilidade de facilitar e implementar a reorganização de processos nas empresas (Ranganathan e Dhaliwal, 2001; Wu, 2002).

Alguns termos devem ser padronizados para este trabalho:

Modelo: paradigma, forma ideal. Objeto que serve de parâmetro para a construção ou criação de outros (Japiassu e Marcondes, 1989:166).

Método: é o conjunto de procedimentos racionais, baseados em regras, que visam a atingir um determinado objetivo (Japiassu e Marcondes, 1989:170).

Técnica: é definida como ferramenta, instrumento ou prática para executar ou criar alguma coisa (Soares, 2001:100).

Sistemas de informação: são definidos como uma combinação estruturada de informação (dados, textos, imagens e sons), recursos humanos (pessoas envolvidas na coleta, armazenamento, recuperação, processamento, disseminação e utilização das informações), tecnologias de informação (*hardware e software*) e práticas de trabalho (métodos utilizados pelos recursos humanos para desempenharem suas atividades), organizados para permitir o melhor atendimento dos objetivos da organização, sendo que as práticas de trabalho são o centro de todas as conexões, pois têm influência sobre todos os outros elementos (Prates, 1994).

A engenharia de *software* agrega modelos, métodos e técnicas a serem utilizados, desde a descoberta do problema até o momento em que o sistema desenvolvido deixa de ser usado.

Os modelos de desenvolvimento³ especificam as atividades e a ordem em que devem ser executadas, possibilitando ao gerente controlar o processo de desenvolvimento e, ao engenheiro de *software* produzir o *software* que satisfaça os requisitos preestabelecidos.

A função do modelo é diminuir os problemas encontrados no processo de desenvolvimento do *software* e é escolhido de acordo com a natureza do projeto e do produto a ser desenvolvido, dos métodos e técnicas a serem utilizados e dos controles e produtos intermediários desejados.

Os métodos definem quais técnicas serão utilizadas, a seqüência em que as técnicas serão aplicadas, os produtos que serão entregues (documentos, relatórios e formulários), os controles

³ Também é usado o termo Paradigmas de desenvolvimento

que ajudam a assegurar a qualidade e a coordenar as mudanças, e os marcos de referência que possibilitam aos gerentes de *software* avaliar o progresso.

Os métodos de engenharia de *software* são baseados em modelos e proporcionam os detalhes de como fazer para construir o *software*. Os métodos envolvem um amplo conjunto de tarefas que incluem (Pressman, 1995:30): planejamento e estimativa de projeto; análise de requisitos do sistemas; projeto de banco de dados; codificação; teste e manutenção.

Os *softwares* de engenharia de *software* que proporcionam apoio aos métodos, são chamados de CASE (*Computer-Aided Software Engineering*). O CASE contém uma estrutura de dados contendo informações sobre análise, projeto, codificação e teste. Este trabalho usará a ferramenta CASE *Rational Rose* para simular a fase de análise de requisitos.

A Engenharia de *software* recebe da engenharia, através dos métodos, a disciplina na produção de *software*. Estes métodos, por sua vez, utilizam-se de técnicas para executar as atividades do processo de produção de *software*. Os métodos identificam as funcionalidades do sistema, objetos do sistema ou os eventos que ocorrem durante o funcionamento do sistema.

3.1 Modelos de desenvolvimento

Os modelos da engenharia de *software* dividem o processo de desenvolvimento em fases e associam tarefas a cada uma dessas fases. Embora os modelos difiram quanto ao número e ordem das fases e atividades, em todos eles a atividade de especificação de requisitos tem como objetivo mostrar as necessidades do sistema, mudando apenas o nível de abstração aplicada às necessidades.

Os modelos apresentados neste trabalho são o modelo clássico, evolutivo e espiral (Carvalho e Chiossi, 2001:29).

3.1.1 Modelo clássico

Também conhecido como ciclo de vida clássico e cascata. É o mais antigo e utilizado (Pressman, 1995:34). Tem um enfoque sistemático e seqüencial, em que o resultado de uma fase constitui na entrada de outra. É composto das seguintes fases (Figura 3.1):

- a) Análise e especificação de requisitos. Nesta fase, definem-se o escopo do projeto e as necessidades do cliente por meio do detalhamento das funcionalidades e suas restrições.
- b) Projeto. Nesta fase, define-se como as funcionalidades encontradas na fase anterior serão transformadas em sistemas de informação.
- c) Codificação e teste unitário. Esta é a fase em que o projeto do *software* é transformado em um conjunto de programas em uma (ou mais) linguagem de programação. Cada programa codificado é testado isoladamente.
- d) Teste geral do sistema. Os programas são integrados e testados como um sistema completo para garantir que todos os seus requisitos sejam satisfeitos.
- e) Operação e manutenção. O sistema é instalado e colocado em funcionamento. A manutenção é o conjunto de atividades que ocorrem depois da instalação do sistema, como correção de erros e alterações nos requisitos.

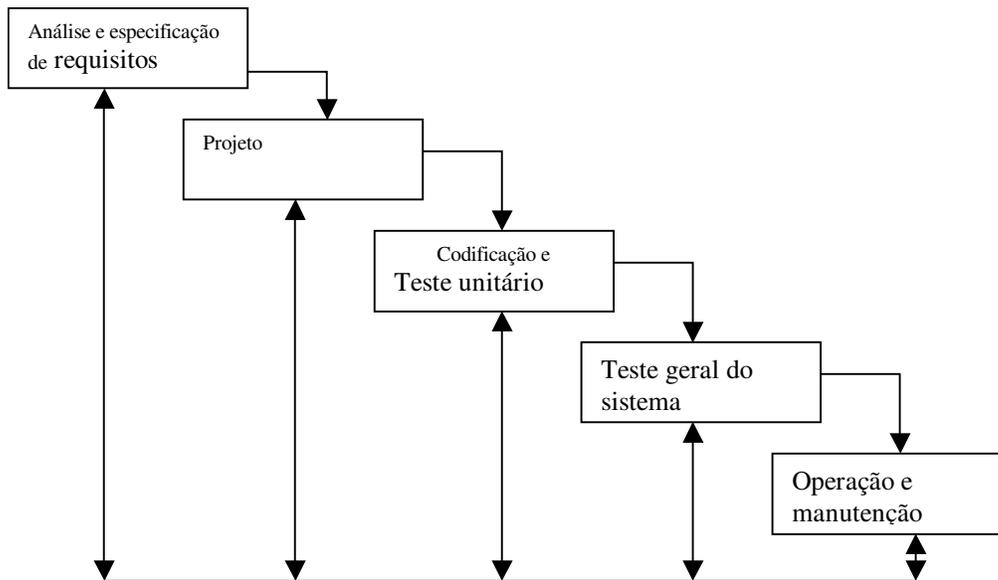


Figura 3.1. Modelo clássico (adaptado de Carvalho e Chiossi, 2001:29)

3.1.2 Modelo evolutivo

Também conhecido como prototipagem. É baseado no desenvolvimento e implementação de um produto inicial, que é submetido aos comentários e críticas do usuário; o produto vai sendo refinado através de múltiplas versões, até que o produto de *software* desejado tenha sido desenvolvido (Figura 3.2).

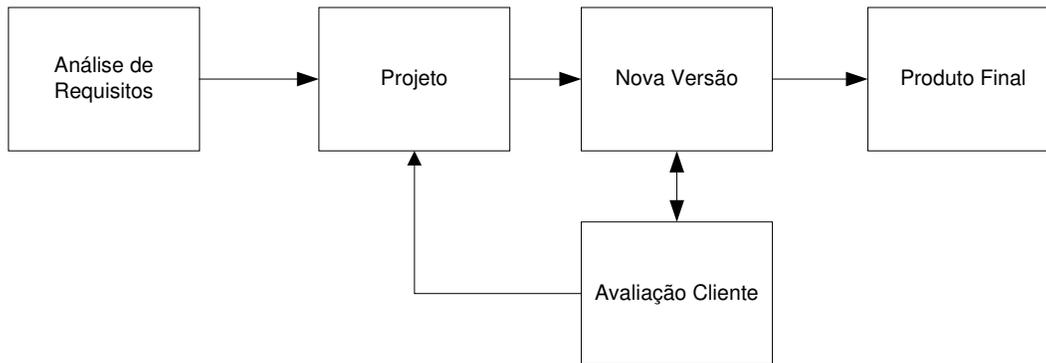


Figura 3.2. Modelo Evolutivo (adaptado de Carvalho e Chiossi, 2001:35)

3.1.3 Modelo espiral

Este modelo toma como base os modelos clássico e evolutivo. Mantém o desenvolvimento sistemático e utiliza-se da prototipagem. As atividades são organizadas como uma espiral que tem muitos ciclos e cada ciclo representa uma fase do processo de desenvolvimento de *software* (Figura 3.3) e possibilita o engenheiro de sistemas de entender e reagir aos riscos em cada ciclo.

É composto por quatro fases principais:

- a) Planejar. Os objetivos, funcionalidades e restrições são definidos e são determinadas alternativas para atingir os objetivos. Um plano inicial de desenvolvimento é esboçado e os riscos do projeto são identificados.
- b) Analisar. Para cada um dos riscos identificados são executadas medidas para a redução desses riscos e um plano de contingência caso venha a ocorrer o problema identificado.

- c) Desenvolver. Após a avaliação dos riscos, um modelo de desenvolvimento é escolhido. Por exemplo, se os riscos de interface com o usuário forem grandes, o modelo evolutivo pode ser o mais apropriado com o uso da prototipagem.

- d) Avaliar: O cliente avalia o resultado e são apresentadas sugestões para modificações. Baseado na avaliação do cliente, o ciclo volta a repetir-se, e a fase do planejamento é iniciada. Em cada ciclo da espiral, a conclusão da análise de risco resulta numa decisão de prosseguir ou não no desenvolvimento.

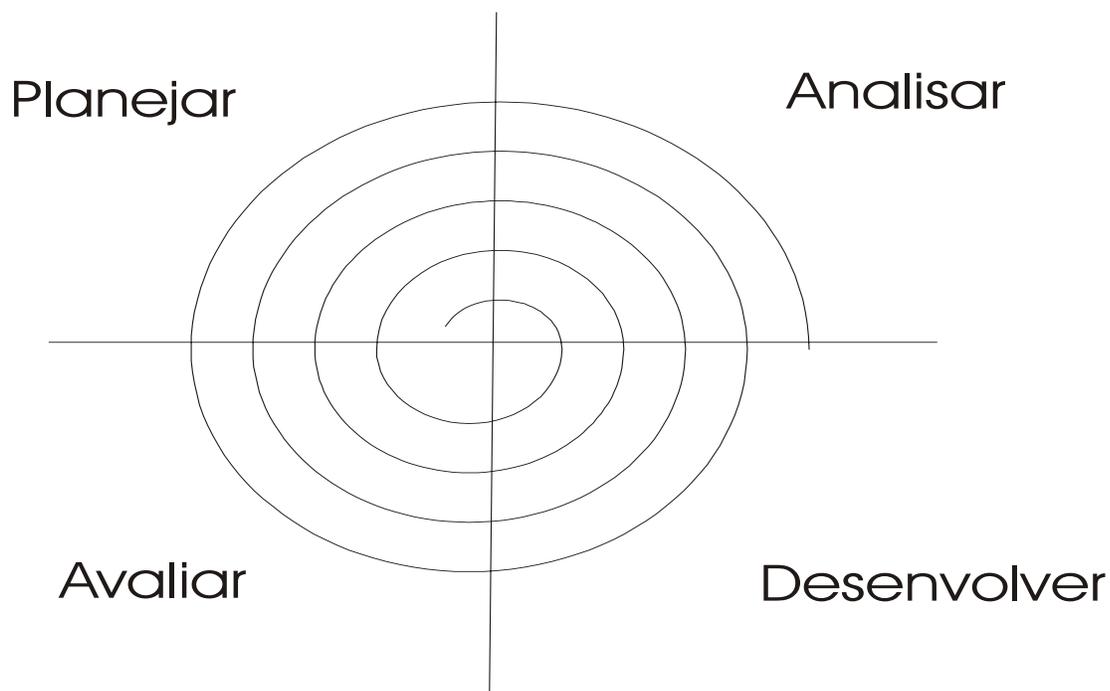


Figura 3.3. Modelo espiral (adaptado de Pressman, 1995: 39)

3.1.4 Comparação dos modelos

Normalmente, o fluxo de desenvolvimento nos projetos não segue o fluxo sequencial que o modelo clássico propõe e, por sua vez, o fluxo de desenvolvimento do modelo evolutivo não é

muito claro e acontece de maneira muito rápida, dando a impressão para o usuário que não existe uma ordem nos trabalhos.

É muito difícil para o usuário informar todos os requisitos explicitamente e somente em uma determinada fase; o modelo clássico exige isso e tem dificuldade de acomodar incertezas, normalmente ocasionando retrabalho em atividades já desenvolvidas. No modelo evolutivo, por sua vez, os sistemas são pouco estruturados, pois as mudanças constantemente tendem a corromper a estrutura do *software* levando a retrabalhos.

No modelo clássico o usuário somente terá o produto no final, após a passagem de todas as etapas definidas no modelo. Normalmente, depois de muito tempo, pode-se ter um produto com erros nos requisitos ou necessidades defasadas. No modelo evolutivo, ao contrário do modelo clássico, as alterações e evoluções são muito rápidas e a produção de documentação do sistema acaba sendo negligenciada.

O modelo espiral surgiu como uma evolução dos modelos clássico e evolutivo, e sua forma de operação depende de cada ciclo na espiral e da análise dos riscos para cada fase do projeto. O modelo de projeto apresentado no capítulo 4 tem como base o modelo espiral.

3.2 Análise de requisitos

A análise de requisitos é o primeiro passo de qualquer desenvolvimento de sistemas de informação. Esta análise é considerada um fator crítico para o sucesso do desenvolvimento de sistemas de informação, pois envolve descoberta de problemas a serem resolvidos, regras de negócios a serem utilizadas e o método de apresentação das informações para os usuários (Seilheimer, 2000).

A análise de requisitos, ou seja, a extração, definição e validação das necessidades do cliente que devem ser supridas pelo sistema de informação (Eva, 2001), é baseada na comunicação entre engenheiros de sistemas e usuários. Essa comunicação normalmente é problemática devido às limitações cognitivas e diferenças de vocabulário (Alvarez, 2002; Almendroz-Jimenez, 2002). Para amenizar esses problemas; a engenharia de *software* define dois grupos de técnicas: as técnicas estruturadas e as técnicas orientadas a objetos. A primeira focaliza a identificação das funcionalidades do sistema e a segunda a identificação de objetos do sistema.

Deve-se ressaltar que as técnicas da engenharia de *software* para a análise de requisitos, independente do tipo, focalizam as atividades e entidades, que são importantes para o desenvolvimento de sistemas de informação, mas são de pouco auxílio para reorganizar processos (Yu et al., 1996).

3.2.1 Visão geral das técnicas estruturadas

O enfoque estruturado leva a uma atividade de construção de modelos que retratam o fluxo e o conteúdo da informação (dados e controle). Divide-se o sistema em partições funcionais e comportamentais e descreve-se a essência daquilo que deve ser construído (Pressman,1995:276).

A técnica usada para especificação das funções é o Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), que especifica as funcionalidades, descrevendo o sistema como uma coleção de dados que são manipulados por funções. Um DFD é uma técnica gráfica que descreve o fluxo de informação e as transformações que são aplicadas à medida que os dados se movimentam da entrada para a saída. Os dados podem estar armazenados em depósitos de dados ou contidos em um fluxo de dados (conexão) indo de uma função para outra ou sendo transferidos para/do ambiente externo (Carvalho e Chiossi, 2001:78).

A notação básica usada para criar um DFD é (Gane e Sarson, 1979:9):

- quadrado: usado para representar uma entidade externa, ou seja, um elemento de sistema (por exemplo: *hardware*, uma pessoa, um programa), ou outro sistema que produza informações para serem transformadas pelo *software* ou que receba informações produzidas pelo mesmo;
- retângulo arredondado: representa um processo ou transformação que é aplicado aos dados e que o modifica de alguma forma;
- seta: representa um ou mais itens de dados (todas as setas de um DFD devem ser rotuladas) e
- linha dupla: representa um depósito de dados, que são informações armazenadas que serão usadas pelo *software*.

Deve-se notar que nenhuma indicação explícita da seqüência do processamento é fornecida pelo diagrama.

Na figura 3.4 um sistema baseado em computador é representado como uma transformação de informação. A função global do sistema é representada como uma única transformação de informação, apresentada no retângulo arredondado. Uma ou mais entradas, indicadas por setas rotuladas, originam-se de entidades externas, representadas como retângulos. A entrada leva a transformação a produzir informações de saída (também representadas como setas rotuladas) que são passadas a outras entidades externas.

O DFD pode ser usado para representar um sistema ou *software* em qualquer nível de abstração (Davis, 1987; Yordon, 1990). Os DFD's podem ser divididos em partições de acordo com níveis que representem um crescente detalhamento funcional e do fluxo de informação. O nível 0 do DFD, também conhecido como diagrama de contexto, representa o sistema como um único retângulo arredondado e com dados de entrada e saída indicados por setas que chegam e saem respectivamente.

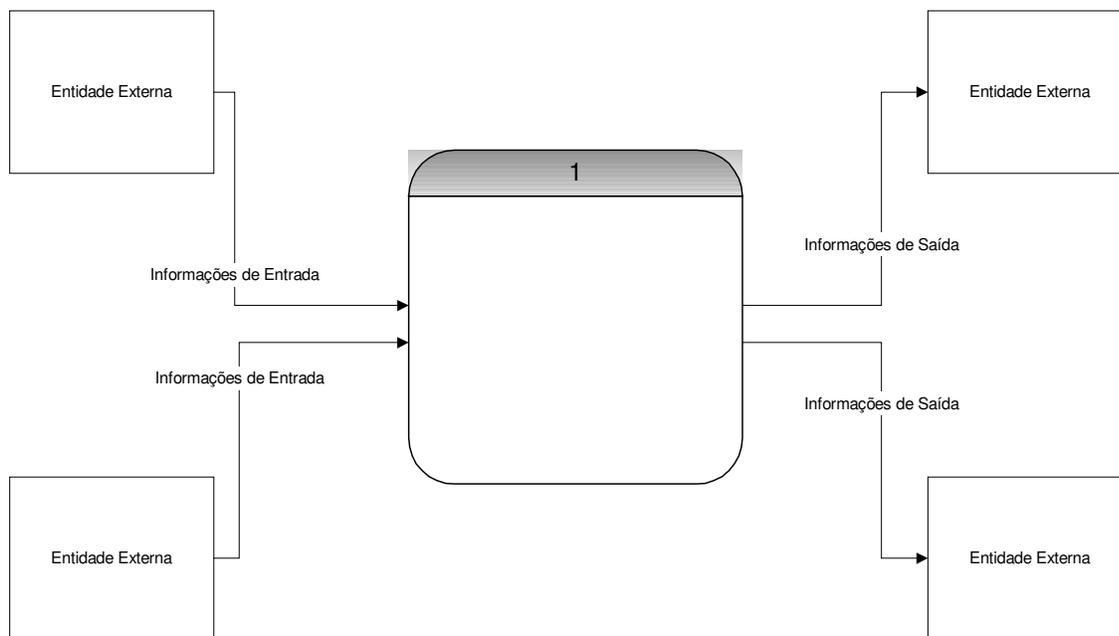


Figura 3.4. DFD – Diagrama de fluxo de dados

Cada um dos processos pode ser refinado para descrever um número maior de detalhes. A figura 3.5 ilustra este conceito. Um diagrama de contexto (Nível 0) do sistema F indica que a entrada é A e a saída é B. Refinando-se o modelo F em transformações que variam de F1 a F4, observa-se que a continuidade do fluxo de informação deve ser mantida, ou seja, a entrada e a saída em cada refinamento devem ser preservadas. Por sua vez, o processo F4 também é refinado criando os processos F4.1 a F4.5, indo o refinamento até o momento em que se crie um processo de uma única função.

Com o refinamento do DFD em níveis é realizada implicitamente uma decomposição funcional do sistema e que resulta também em um maior entendimento dos dados à medida que eles se movimentam entre os processos.

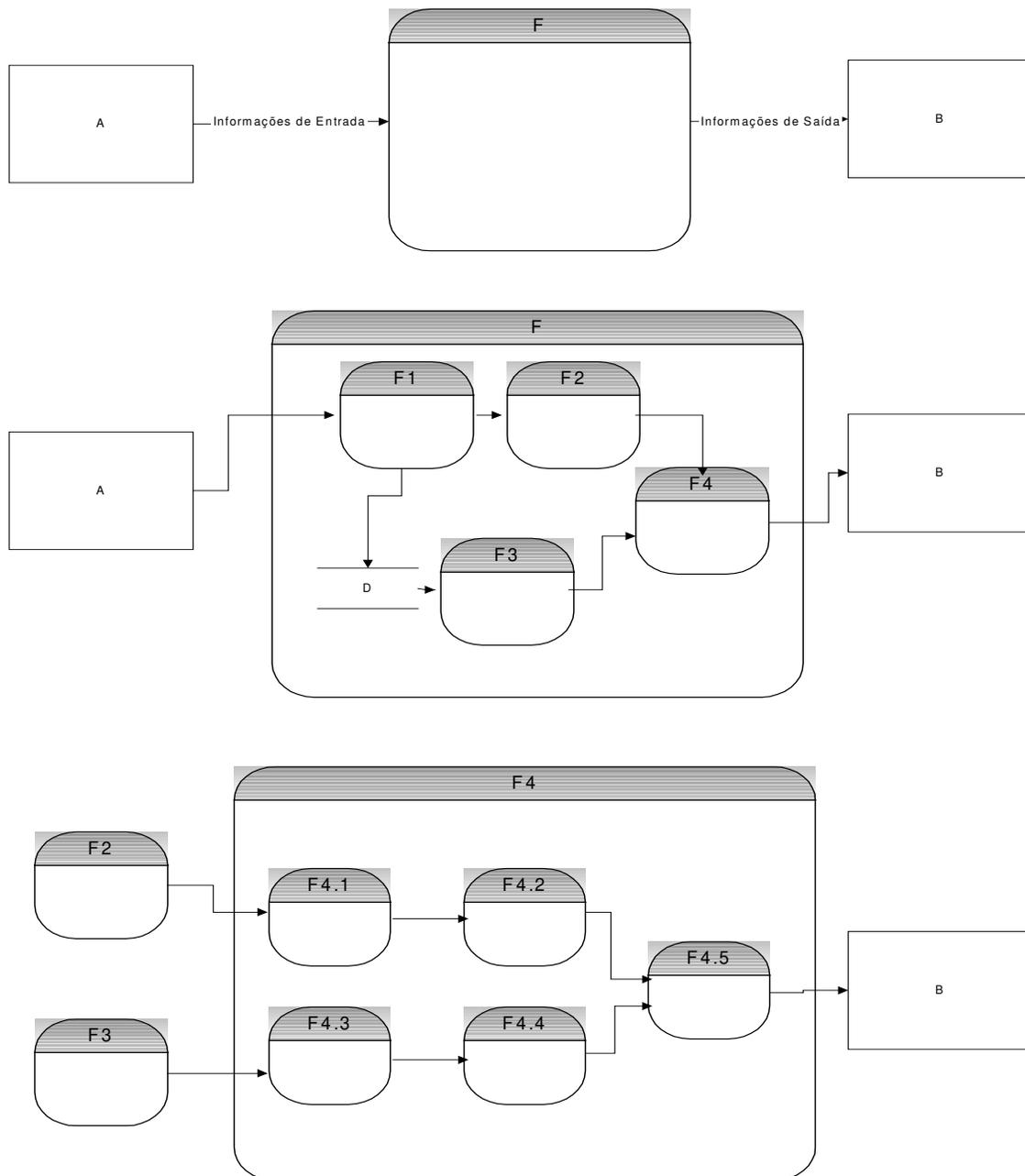


Figura 3.5. DFD's do nível 0 a 4

Após a identificação das funcionalidades através do DFD, outra técnica estruturada utilizada é o diagrama de Transição de Estado que representa o comportamento do sistema. Esse diagrama descreve seus estados e os eventos que fazem com que o sistema mude de estado, indica quais ações são executadas como consequência de um dado evento.

A figura 3.6 (os retângulos representam estados do sistema e as setas transições entre os estados) exemplifica o comportamento de um sistema de uma fotocopadora, com quatro estados possíveis “Lendo comandos”, “Fazendo cópias”, “Recarregando papel” e “Diagnosticando problema”. Para cada estado é definido o evento que o tornou possível e qual sua consequência. Por exemplo, o estado “Carregando papel” é iniciado pelo evento “Recarregar papel” e sua consequência é iniciar o evento “Ler entrada operador”.

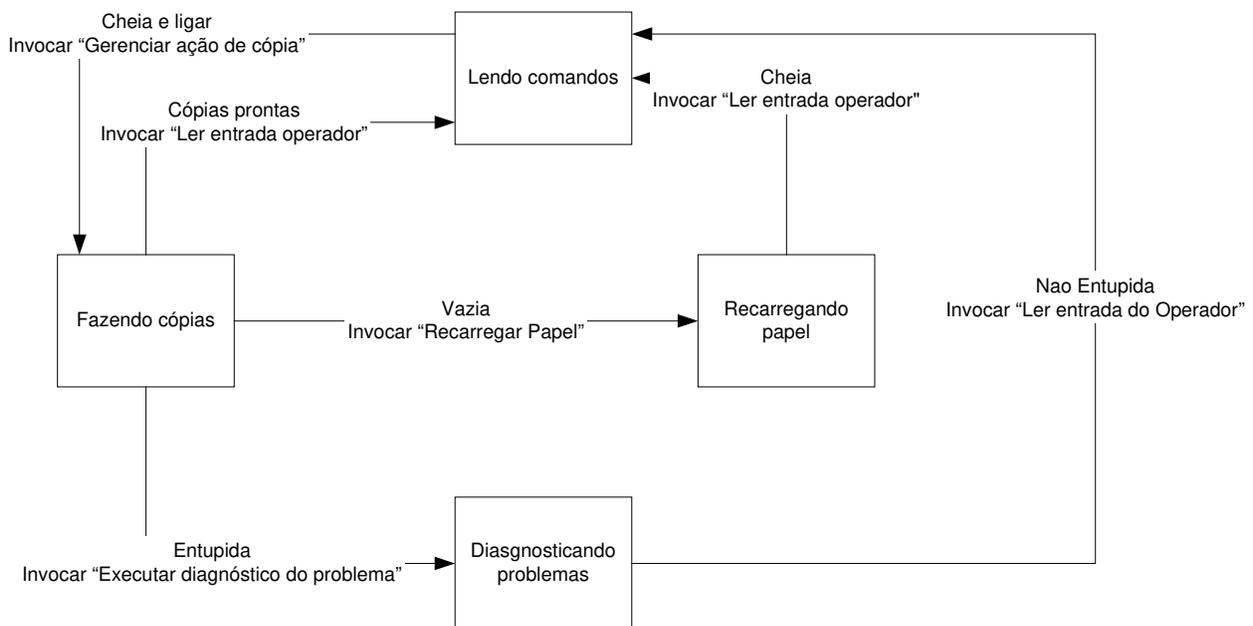


Figura 3.6. Diagrama de transição de estado (Pressman,1995:293)

No contexto estruturado, também é usado o diagrama Entidade-Relacionamento (DER) para relacionar as tabelas identificadas a partir dos depósitos de dados e fluxos de informações do DFD. A figura 3.7 mostra um exemplo de DER, onde são relacionadas as tabelas de cidade, estado e país.

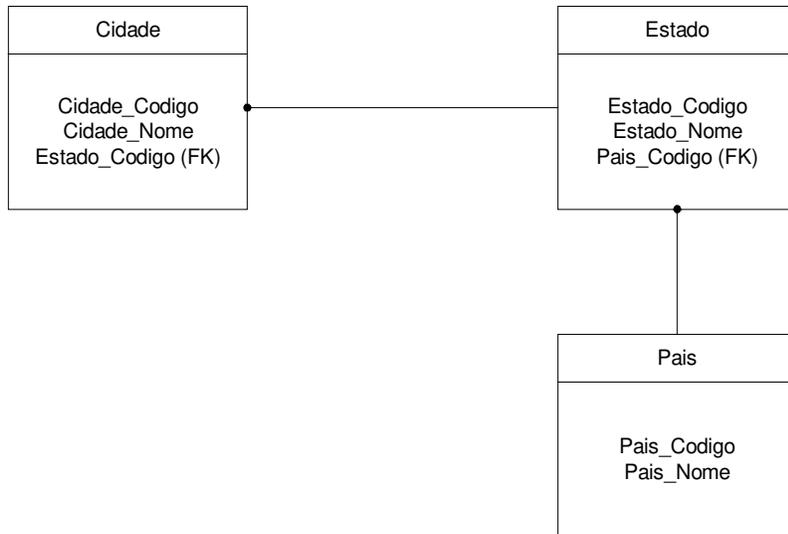


Figura 3.7. DER – Diagrama entidade-relacionamento

3.2.2 Visão geral das técnicas orientada a objetos

Enquanto o enfoque estruturado tem como objetivo levantar as funcionalidades do sistema, o enfoque orientado a objetos tem como objetivo a identificação de objetos a partir das necessidades levantadas com o cliente para o sistema de informação a ser desenvolvido.

O desenvolvimento de sistemas orientado a objetos é um processo iterativo e interativo. Ao contrário do projeto de sistemas estruturado, o projeto de sistemas orientado a objetos não tem pontos definidos para início e fim no processo de desenvolvimento de sistemas (Li et al., 2000). O projeto orientado a objetos começa quando se inicia o processo de análise do domínio

da aplicação e somente acaba quando o sistema estiver totalmente implementado. Um sistema orientado a objetos envolve desde a abstração do domínio de uma aplicação até a implementação total de classes em uma hierarquia de herança. Os conceitos identificados a partir da abstração dos requisitos da aplicação são mapeados em classes, as relações entre as classes indicam as relações na aplicação.

Torna-se necessária a definição de alguns termos da orientação a objetos (Booch et al., 2000:45):

Classe: é uma descrição de um conjunto de objetos que compartilham os mesmo atributos, operações (métodos), relacionamentos e semântica. Ex: a classe seres humanos.

Objeto: é uma ocorrência específica (instância) de uma classe. Ex: José da Silva que tem o passaporte número 102030-x.

Mensagem: os objetos se comunicam pelo envio de mensagens enviadas de um objeto a outro requisitando um serviço através da execução de uma operação. O ciclo é completo, ou seja, uma mensagem é enviada a um objeto, operações são executadas dentro desse com base nos dados de seu alcance na hierarquia de classes, e uma mensagem contendo o resultado da operação é enviada ao objeto solicitante.

Polimorfismo: palavra que significa “muitas formas”. Tais formas se referem aos vários comportamentos que uma mesma operação pode assumir, assim como a capacidade de uma variável referir-se a objetos diferentes que preencham certas responsabilidades dependendo da mensagem que lhe é passada.

Herança: é a capacidade de um novo objeto tomar atributos e operações de um objeto existente.

As técnicas orientadas a objetos têm como principal objetivo identificar classes e seus relacionamentos nas regras de negócios do sistema de informação a ser desenvolvido. A orientação a objetos é um passo importante para a reusabilidade de partes de *softwares*, ou seja, a partir das classes definidas para um projeto, essas podem ser utilizadas ou evoluídas para outros projetos (Menascé e Gooma, 2000).

As técnicas utilizadas neste trabalho para identificar objetos são definidas pela UML (*Unified Modeling Language*), linguagem gráfica, que foi definida como padrão para a orientação a objetos pela OMG (*Object Management Group*)⁴ (Larman, 2000:38). Deve-se ressaltar que a UML não é um método e sim uma linguagem de modelagem, sendo esta utilizada pelos métodos para expressar projetos (Fowler e Scott, 2000:19).

As técnicas da UML são apresentadas na forma de diagramas para permitir a visualização do sistema sob diferentes perspectivas; neste sentido, cada diagrama constitui uma visão do sistema.

A UML é composta por oito diagramas (Furlan, 1998:73; Reed, 2000,12): casos de uso, classes, seqüência, colaboração, estado, atividades, componentes e implementação.

a) Diagrama de casos de uso

Os requisitos funcionais do sistema são definidos em forma de casos de usos. Um caso de uso descreve a interação entre o ator (que pode ser um usuário, um dispositivo ou outro sistema) e o sistema. Na fase de análise de requisitos, o caso de uso considera o sistema uma caixa preta e

⁴ O OMG (*Object Management Group*) é o órgão que fornece diretrizes para a indústria de *software*, através da definição de padrões de objetos, para o desenvolvimento de sistemas de informação. Em 1997, a UML foi submetida a OMG para avaliação e adoção desta linguagem como o padrão para a descrição da arquitetura de software. Em novembro do mesmo ano, a OMG acolheu a proposta e a instituiu como padrão. (Furlan, 1998: 32)

descreve as interações entre o ator e o sistema em forma de uma narrativa composta de entradas do ator e as respostas do sistema. Essa descrição será utilizada na identificação das classes do sistema de informação.

A figura 3.8 mostra um exemplo do diagrama de caso de uso com as interações entre o ator vendedor e um sistema de vendas. As interações encontradas são: acessar o sistema, consultar catálogo de produtos, registrar pedido, consultar pedidos pendentes e transmitir pedido para o sistema central (ator).

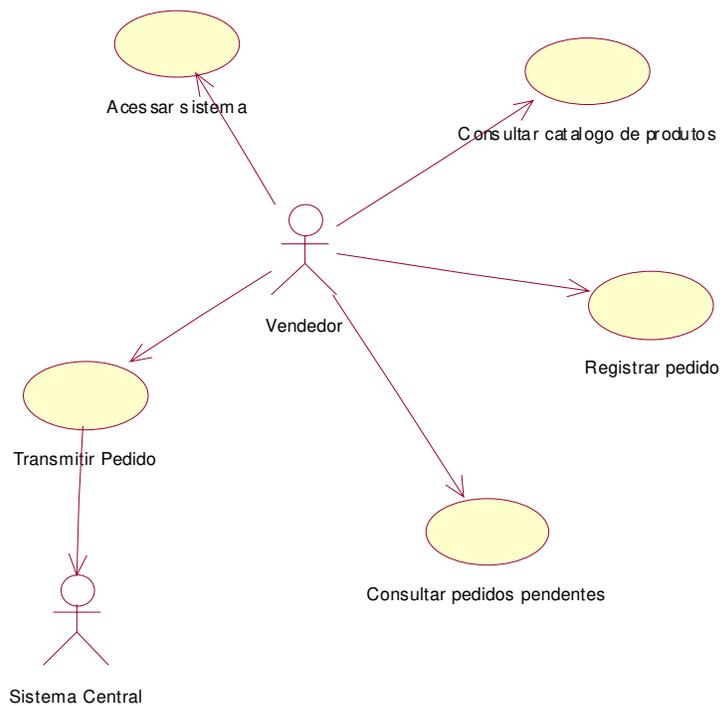


Figura 3.8. Diagrama de casos de uso

b) Diagrama de classes

O mundo real é representado no diagrama de classes a partir da identificação (Isoda, 2001):

- 1) das classes a partir de entidades do mundo real descritas nos casos de uso;
- 2) das operações para as classes de acordo com as funções das entidades;
- 3) dos atributos para as classes de acordo com os dados das entidades e
- 4) das associações entre classes de acordo com o relacionamento entre as entidades.

O sucesso do desenvolvimento de sistemas baseados em objetos depende principalmente da análise de requisitos do projeto e da identificação correta das classes e dos métodos (Gillibrand, 2000).

A figura 3.9 exemplifica as classes de um sistema de pedido de compra, onde são relacionadas as classes pedido, item pedido, cliente e produto (matéria prima ou acabado). A classe produto é uma generalização das classes matéria prima e acabado. Por sua vez, essas duas classes recebem os atributos e operações da classe matéria prima por herança. Uma instância da classe item pedido faz parte por agregação de uma instância da classe pedido, ou seja, não pode existir um item do pedido se não existir o pedido.

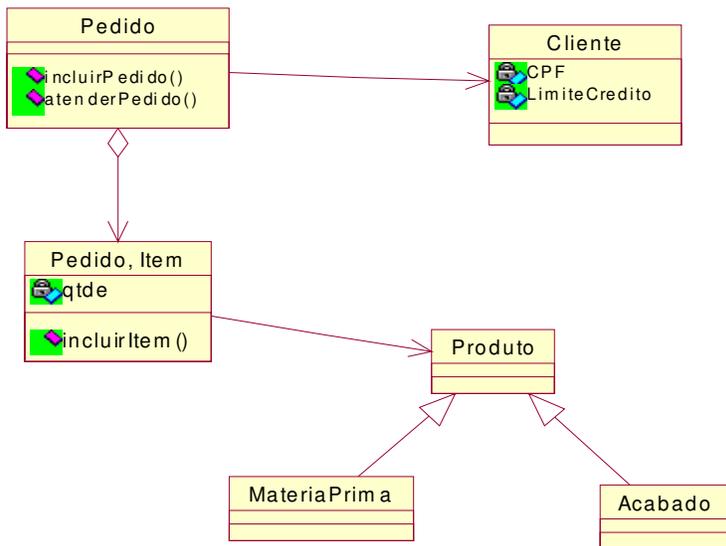


Figura 3.9. Diagrama de classes

c) Diagrama de seqüência

O diagrama de seqüência mostra o relacionamento entre objetos através da seqüência de mensagens enviadas entre eles. São construídos a partir das seguintes regras:

- as linhas verticais representam os objetos;
- as setas horizontais representam as mensagens passadas entre os objetos;
- os rótulos das retas são os nomes das operações e
- a posição na vertical mostra o ordenamento das mensagens.

No exemplo da figura 3.10 são apresentadas as operações executadas no momento em que o operador do sistema escolhe uma consulta na tela de cadastro. É enviada uma mensagem para o objeto tear para fazer uma pesquisa através da operação pesquisar tear.

Este diagrama é eficiente para descobrir a partir de um protótipo de tela do sistema se todos os métodos foram definidos.

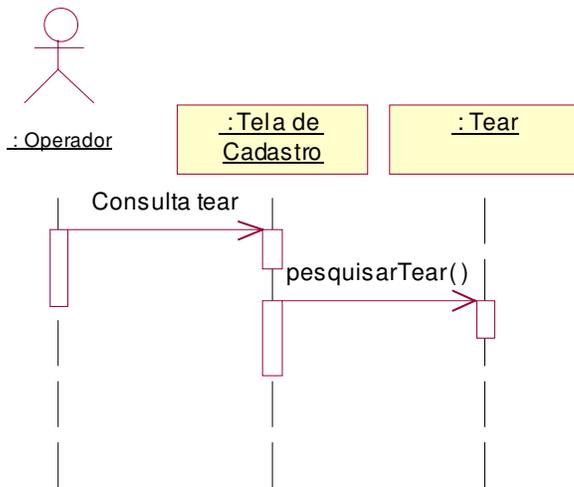


Figura 3.10. Diagrama de seqüência

d) Diagrama de colaboração

Os diagramas de colaboração enfatizam os relacionamentos entre os objetos participantes. São construídos de acordo com as seguintes convenções:

- os retângulos representam objetos;
- as setas representam as mensagens passadas entre os objetos;
- os rótulos são os nomes das operações e
- os números de seqüência mostram a seqüência de mensagens.

Este diagrama tem a finalidade de confirmar os resultados apresentados pelo diagrama de seqüência. Na figura 3.11 é exemplificada a situação apresentada na figura 3.10.

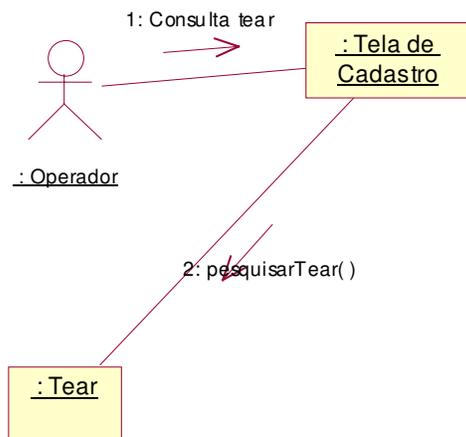


Figura 3.11. Diagrama de colaboração

e) Diagrama de estado

O diagrama de estado é utilizado para mostrar em classes complexas os comportamentos possíveis de seus objetos. Descreve fluxos de lógica complexos ou com muitos detalhes, mostra as seqüências de estados que um objeto assume em sua vida em resposta a estímulos recebidos, juntamente com suas respostas e ações. As principais convenções são mostradas na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Convenções diagrama de estado

| <i>Símbolo</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------------------|---|
| Retângulo com cantos arredondados | Estado |
| Seta cheia | Transição entre estados diferentes ou de um estado para si mesmo. |
| Pequeno círculo cheio | Estado inicial |
| Círculo cheio dentro de círculo vazio | Estado final |

A figura 3.12 exemplifica os estados de um pedido, que podem ser “Registrando Pedido”, “Alterando Pedido”, “Analisando Pedido”, “Colocando Pedido em Pendência”, “Cancelando Pedido”, “Aprovando Pedido” e “Atendendo Pedido”, e os eventos que fazem os estados alterarem-se.

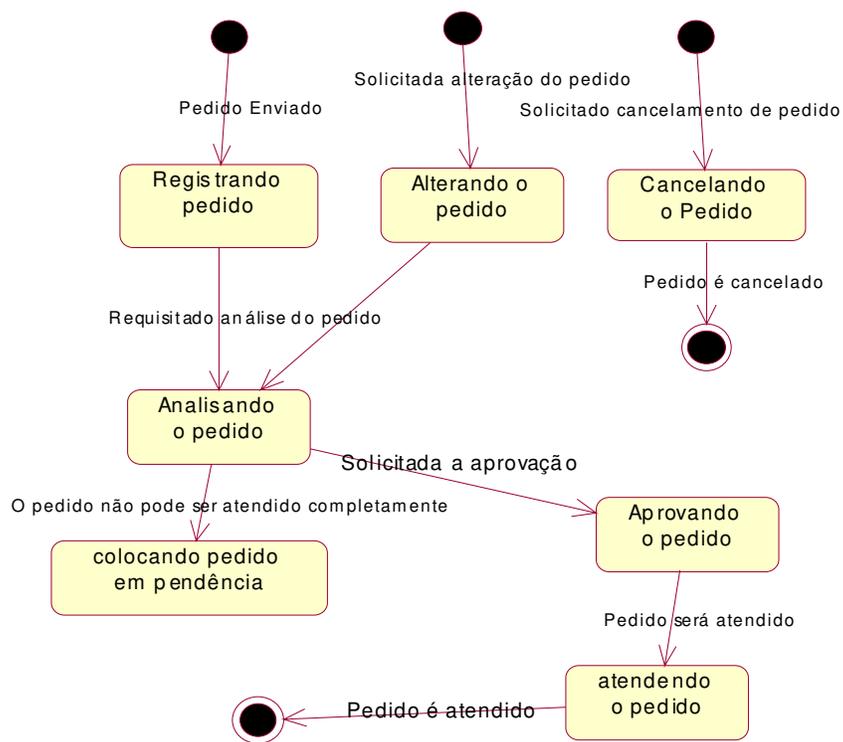


Figura 3.12. Diagrama de estado (Furlan, 1998: 79)

f) Diagrama de atividades

É um diagrama de estado especial e ao mesmo tempo uma variação dos fluxogramas. É usado para descrever processos de negócios ou outros fluxos em que o paralelismo de atividades seja importante. A tabela 3.2 mostra os símbolos usados neste diagrama e o exemplo da figura 3.13 detalha todas as atividades do processo de pedido de compra.

Tabela 3.2 – Convenções diagrama de atividades

| <i>Símbolo</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------------------|--|
| Retângulo ovalado | Atividade |
| Retângulo | Objeto |
| Seta cheia | Relação de precedência |
| Seta pontilhada | Consumo ou produção de objeto por atividade |
| Linha horizontal cheia | Ponto de sincronização (sub-fluxos paralelos se encontram) |
| Pequeno círculo cheio | Estado inicial |
| Círculo cheio dentro de círculo vazio | Estado final |

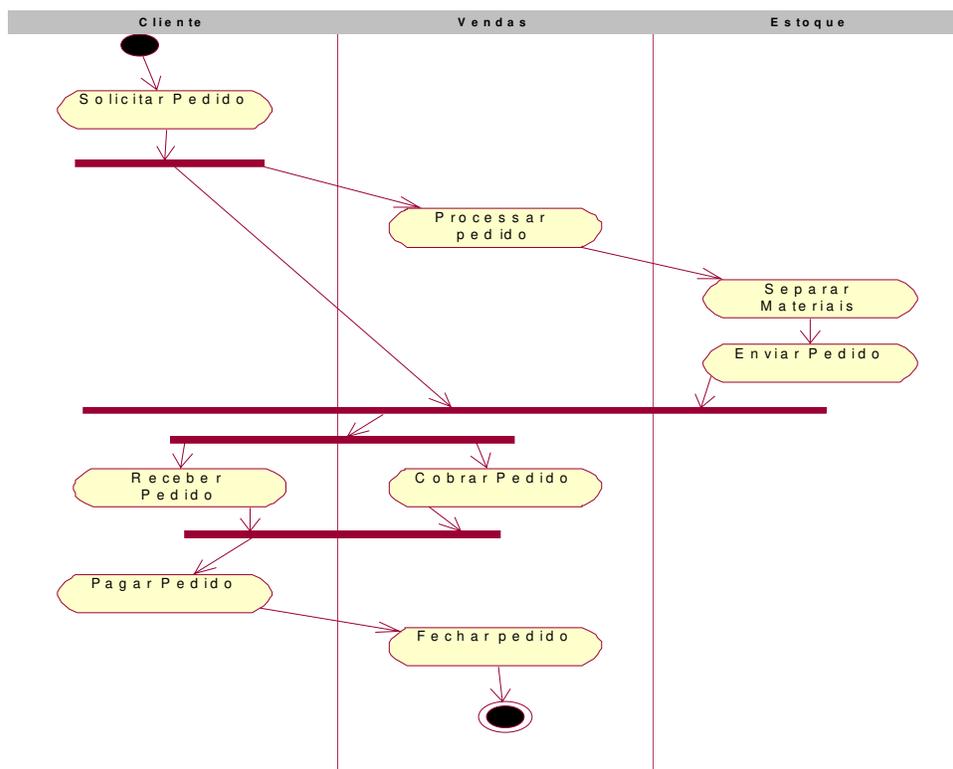


Figura 3.13. Diagrama de atividades (Booch et al, 2000:265)

g) Diagrama de componentes

Componentes representam o empacotamento físico das classes. O diagrama de componentes define como será o empacotamento, definindo onde as classes serão armazenadas e exibe os relacionamentos entre os componentes de *software*. A figura 3.14 mostra a dependência existente a partir de um programa executável e seus componentes, onde o programa Produção.exe utiliza os componentes tear.dll e rolão.dll e esses, por sua vez, são formados pelas classes tear.cls e rolao.cls respectivamente.

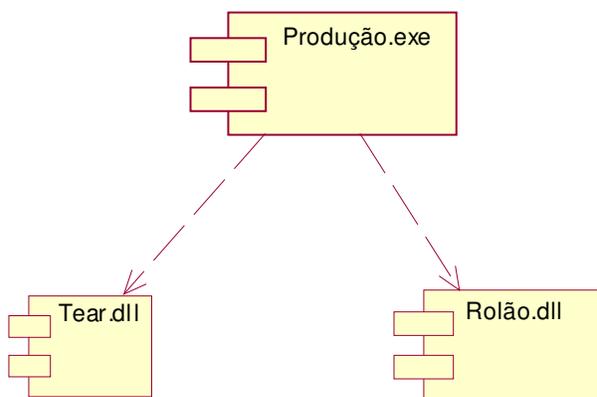


Figura 3.14. Diagrama de componentes

h) Diagrama de implementação

Mostra elementos de configuração de processamento, incluindo o uso físico do sistema considerando computadores, dispositivos e suas interconexões. A figura 3.15 exemplifica os meios físicos que um sistema de pedido poderia utilizar. Entrada de pedido, recebimento e compra são realizados via microcomputador PC e a confirmação de pedido é enviada via fax.

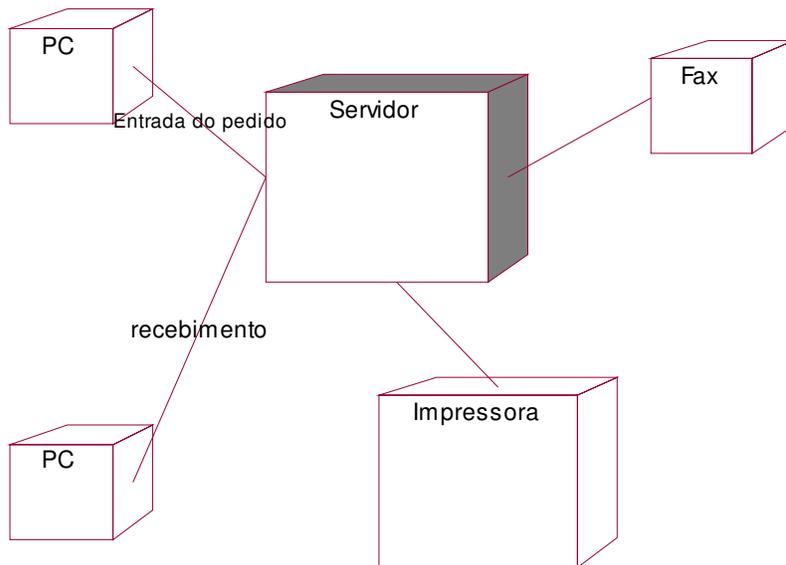


Figura 3.15. Diagrama de implementação

Os oito diagramas são utilizados de acordo com a necessidade de cada projeto, cada método de desenvolvimento de sistemas define quais são necessários para o cliente.

3.2.3 Comparação entre as técnicas de análise de requisitos

A tabela 3.3 mostra a correspondência de técnicas entre os enfoques estruturados e orientados a objetos (Paula Filho, 2001: 93). Verifica-se que enquanto a orientação a objetos tem diversas técnicas para a análise o enfoque estruturado tem uma dependência elevada do DFD.

As técnicas de modelagem por objetos, entendem o mundo como um conjunto de objetos que interagem entre si, e este enfoque é justificado pelo fato de que os objetos existem na natureza muito antes de haver qualquer tipo de aplicação (Furlan, 1998:11). Este fato permite ao engenheiro de sistemas modelar o sistema de informação de maneira mais natural e amigável.

Tabela 3.3. Correspondência entre técnicas orientadas a objetos e técnicas estruturadas

| <i>Técnicas orientadas a objetos (UML)</i> | <i>Técnicas estruturadas</i> |
|--|---|
| Diagrama de casos de uso | DFD |
| Diagrama de atividade | Fluxogramas e DFD |
| Diagrama de estado | Fluxogramas e variantes de diagramas de estados |
| Diagrama de classes | DER |
| Diagrama de seqüência | DFD |
| Diagrama de colaboração | DFD |

De acordo com Rumbaugh (1994) e Johnson (2000) a orientação a objetos oferece os seguintes benefícios em relação ao enfoque estruturado:

- mesma notação para a análise dos requisitos do sistema e para a fase de implementação, não havendo a perda de informações entre as fases;
- redução de erros com conseqüente diminuição do tempo despendido nas etapas de codificação e teste, visto que os problemas são detectados mais facilmente e corrigidos antes da implementação;
- melhora na comunicação entre engenheiros de sistemas e usuários, pois o sistema reflete o modelo de negócios mostrando a estrutura e o comportamento dos objetos de negócios;

- redução do tempo de manutenção, pois as revisões são menos traumáticas e mais rápidas já que o problema é mais facilmente localizado e definido e
- favorece a reutilização, já que ocorre a construção de componentes mais estáveis e independentes que podem ser utilizados por outros sistemas.

O objetivo do enfoque estruturado é descobrir as funcionalidades do sistema e a proposta deste trabalho é associar um modelo de mapeamento de processo ao desenvolvimento de sistemas, ou seja, as funcionalidades devem estar definidas quando for iniciado o projeto de desenvolvimento do sistema de informação. Assim, a proposta de método apresentada no capítulo 4 baseia-se no enfoque orientado a objetos para a análise de requisitos e segue a proposta de Schorling e Rine (2002) para especificação de requisitos que utiliza os seguintes diagramas da UML: diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de seqüência e diagrama de componentes.

O diagrama de casos de uso, no método projetado, terá a função de definir, a partir do sistemógrafo, quais atividades serão informatizadas. O diagrama de classes, toma como base as descrições dos casos de uso (que se originaram no sistemógrafo) para identificar as classes. O diagrama de seqüência utiliza-se dos casos de uso e das classes para mostrar a seqüência de uso dos métodos e verificar se houve alguma ausência. Por último, o diagrama de componentes fornece a estrutura física da implementação das classes.

Não serão utilizados os diagramas de colaboração, estado, atividade e implementação. O diagrama de colaboração não será utilizado, pois mostra as mesmas informações do diagrama de seqüência, porém, com outra visão e não agregaria valor ao método, pois somente o diagrama de seqüência seria passado para a área de programação. O diagrama de estado é indicado para classes complexas. Logo, seria utilizado somente em casos especiais. O diagrama de atividades

não será utilizado, pois a descrição dos fluxos das atividades será função do sistemógrafo. O diagrama de implementação, somente é usado em sistemas complexos, onde as configurações, conexões e equipamentos são em grande quantidade e heterogêneos.

4. Projeto do método de reorganização de processos associado à engenharia de *software*

Neste capítulo é apresentado o projeto de método para reorganização de processos associado ao desenvolvimento de um sistema de informação.

Deve-se ressaltar que a partir dos processos de reengenharia do início dos anos 1990, houve a necessidade de se integrar métodos de reorganização de processos em métodos de desenvolvimento de sistemas de informação (Heusinkveld, 2001). A tecnologia de informação e os processos de negócios têm uma ligação muito estreita pois, sob o enfoque da tecnologia da informação, a busca deve ser pela forma como os processos podem ser transformados e, sob o enfoque dos processos, como a tecnologia da informação pode contribuir para a melhoria do negócio (Furlan, 1997:25).

Conforme estudo realizado por Fok et al. (2001) em empresas onde programas de TQM (*Total Quality Management*) são adotados plenamente, ocorrem impactos significativos em quatro áreas de desenvolvimento de sistemas de informação: objetivos do sistema, conceitos do projeto, requisitos do projeto e participação dos usuários.

Automatizar um processo não é sinônimo de melhorar um processo, pois ao automatizar um mau processo, tem-se um mau trabalho executado com rapidez e com menos esforços. Assim, deve-se ter como objetivo um método de desenvolvimento de sistema de informação que reorganiza os processos e automatiza os processos certos.

Para que um método de desenvolvimento de *software* seja eficiente é importante que tenha algumas características definidas por Hull et al. (2002):

- 1) enfoque iterativo e incremental, ou seja, um enfoque iterativo permite um entendimento gradativo do problema através de sucessivos refinamentos e uma definição da solução a partir das iterações;
- 2) gerenciamento de requisitos, que envolva uma ação bem definida para extração, organização e documentação dos requisitos;
- 3) arquitetura baseada em componentes. A componentização permite uma maior reusabilidade e permite com maior facilidade alterações no projeto;
- 4) visualização gráfica dos modelos, tornando mais fácil o papel dos usuários para validar as fases do projeto;
- 5) qualidade de *software*. Verificação em cada iteração das inconsistências nos requisitos, projeto e implementação e
- 6) controle de mudanças. Tendo o controle efetivo das mudanças ocorridas durante todo o projeto.

A utilização de um sistema de informação significa uma mudança, muitas vezes profunda, na empresa, que deve ser planejada e preparada para que garanta seu sucesso. São considerados fatores críticos para o sucesso de projeto (Albertin, 2001):

- missão do projeto: definição e entendimento dos objetivos e metas do projeto;
- apoio da alta direção: disposição da alta gerência em fornecer visibilidade, recursos e poder necessários para o sucesso do projeto;
- planos e cronogramas do projeto: especificação detalhada das fases do projeto;
- participação do cliente: comunicação, consulta e consideração ativa de todas as fases do projeto;
- pessoal: recrutamento, seleção e capacitação da equipe envolvida no projeto;
- tarefas técnicas: disponibilidade da tecnologia e especialização requeridas para as fases do projeto;
- validação do cliente: ao final do projeto o cliente deve validar o resultado do produto recebido;
- monitoração e *feedback*: obtenção e disponibilização em tempo das informações de controle para cada fase do projeto;
- comunicação: obtenção e disponibilização de uma rede apropriada e dos dados necessários para todos os fatores-chave na implementação do projeto e
- solução de problemas: habilidade de tratar crises inesperadas e desvios em relação aos planos originais.

Este projeto de método tem como base a reorganização de processos associada ao desenvolvimento de *software* a partir do modelo espiral com análise de requisitos orientada a objetos. O método tem as seguintes fases: escopo do projeto, identificação de processos, engenharia de *software* e implantação (Figura 4.1).

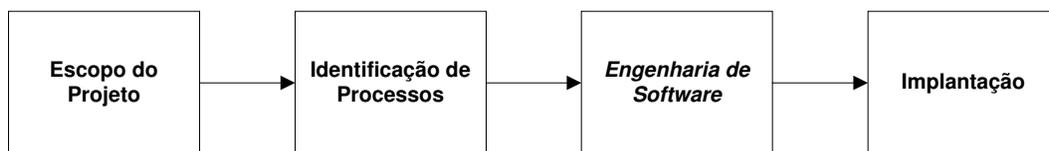


Figura 4.1. Fases do desenvolvimento

4.1 Fases do projeto

4.1.1 Fase 1 - Escopo do projeto

Esta fase tem como função definir o objetivo do projeto. É composta pelas seguintes tarefas:

1) Estabelecer objetivos do negócio

Tem como função definir a finalidade do projeto, os mega processos, os fatores que farão do projeto um sucesso e os principais riscos para o projeto fracassar. Esta etapa é realizada principalmente através de entrevistas com o cliente e levantamento de documentação.

2) Definir funções e responsabilidades

Este projeto de método está de acordo com a proposta de Yeh e Tsai (2001) e Lin e Shao (2000) que definem a participação dos usuários como item fundamental para se reduzir conflitos e se obter um produto final com qualidade através de uma completa e precisa identificação dos requisitos.

Após o entendimento dos objetivos do projeto, deve-se definir as pessoas envolvidas no projeto, dividindo-se em três grupos: técnico, usuário e comitê diretivo.

O time técnico é responsável pelo desenvolvimento do projeto, o time de usuários é responsável pelas informações fornecidas e o comitê diretivo é responsável para resolver conflitos que possam surgir.

3) Avaliar riscos do projeto

Esta etapa tem como finalidade avaliar os riscos que o desenvolvimento do projeto possa enfrentar. Para cada risco, deve-se definir os procedimentos para evitá-los e caso algum deles ocorra, qual será o plano de contingência a ser adotado. Entre os principais riscos enfrentados em um projeto pode-se citar: especificações das necessidades incompletas devido a complexidade ou falta de conhecimento das regras de negócios, entendimento errado das especificações, cronogramas e orçamentos intangíveis e a pouca experiência da equipe técnica na tecnologia usada no projeto (Kumar, 2002).

A análise dos riscos deve ser realizada durante todas as fases do projeto, pois novos riscos podem ocorrer sem que tenham sido previstos nas fases anteriores.

4) Definir treinamentos necessários

Esta etapa tem como função definir treinamentos necessários para os participantes da equipe técnica a fim de capacitá-los para o desenvolvimento do projeto.

5) Definir arquitetura inicial

Esta etapa tem como função definir a arquitetura técnica inicial do projeto, sendo que é realizada a partir de uma visão macro, pode-se alterá-la no decorrer das próximas fases. Define-se a arquitetura inicialmente adotada para construção e manutenção de produção do aplicativo.

6) Definir cronograma

A partir das informações recolhidas nas etapas anteriores deve ser gerado um cronograma com os prazos para cada mega processo definido e os recursos utilizados (administrativos, humanos, financeiros e técnicos).

4.1.2 Fase 2 – Identificação de processos

Tem como objetivo realizar o mapeamento dos processos atuais e, se necessário, reorganizar a área envolvida para posterior informatização. É dividida em tarefas de gerenciamento e de execução:

a) Tarefas de gerenciamento

As tarefas de gerenciamento desta fase são: verificar o andamento do projeto através de monitoramento do cronograma e dos riscos do projeto por meio de reuniões de avaliação com clientes e usuários. Devem ser analisados os riscos já definidos no início do projeto e verificar se surgiram novos riscos. Também é importante gerenciar as expectativas do cliente quanto ao andamento do projeto, reafirmando as datas previstas no cronograma.

b) Tarefas de execução

1) Analisar o sistemógrafo atual

Esta etapa tem como função mapear os processos atuais e analisar a área a ser automatizada. O sistemógrafo da situação atual da área é criado através de reuniões com os usuários e a verificação no local das atividades realizadas.

2) Desenvolver o sistemógrafo sugerido

Esta etapa tem como função sugerir, quando necessárias, alterações nos processos da área antes que seja automatizada. Será gerado um sistemógrafo para o novo processo da área.

4.1.3 Fase 3 – Engenharia de *software*

Tem como objetivo definir em detalhes as regras de negócios do projeto (a partir dos novos processos do sistemógrafo sugerido), gerar protótipo, criar diagramas da UML e finalizar a definição da arquitetura do sistema. Em seguida, deve-se implementar as definições da base de dados, interfaces e programação. Está dividida em tarefas de gerenciamento e execução:

a) Tarefas de gerenciamento

As tarefas de gerenciamento desta fase são: verificar o andamento do projeto através de monitoramento do cronograma e dos riscos do projeto por meio de reuniões de avaliação com clientes e usuários. Devem ser analisados os riscos já definidos no início do projeto e verificar se

surgiram novos riscos. Também é importante gerenciar as expectativas do cliente quanto ao andamento do projeto reafirmando as datas previstas no cronograma.

b) Tarefas de execução

1) Detalhar os casos de uso e identificar classes

Esta etapa tem como função definir e detalhar os casos de uso a partir das atividades apresentadas no sistemógrafo criado na fase 2. Em seguida, é gerado o diagrama de classes baseado nas descrições detalhadas dos casos de uso.

2) Gerar diagrama de seqüência

A partir do diagrama de casos de uso e de suas descrições são gerados os diagramas de seqüência. Sua finalidade é verificar a ordem de execução das operações (métodos) das classes e confirmar os métodos identificados.

3) Gerar protótipos de tela

Esta etapa tem como função gerar protótipo do sistema a partir dos casos de uso levantados. O protótipo deve ser apresentado ao cliente e obtida sua aprovação. Após a aprovação do protótipo deve ser feita uma reavaliação dos diagramas casos de uso, de classes e de seqüência.

4) Reavaliar arquitetura do sistema

Esta etapa tem como função reavaliar a arquitetura inicialmente definida na fase 1. Devem ser ratificados ou alterados os seguintes tópicos: linguagem de computador, banco de dados e interface.

5) Implementar banco de dados

Esta etapa tem como função implementar o projeto de banco de dados, tendo como base o diagrama de classes criado⁵. Devem ser criados os seguintes tópicos: regras de transformação de classes em DER, tabelas, índices, visualizações e planos de teste de banco de dados.

6) Gerar componentes

Esta etapa tem como função criar o diagrama de componentes. A partir do diagrama de classes deve ser verificada a necessidade da criação de componentes e codificá-los. Devem ser realizadas as seguintes atividades: criação do diagrama de componente, codificação dos componentes e gerado o plano de testes dos componentes.

7) Gerar interface

A partir dos protótipos aprovados pelo cliente e dos diagramas finais de classes e de seqüência devem ser codificados os diálogos de tela de interface de usuário e deve ser criada a conexão entre componentes e interfaces. Deve ser criado também um plano de testes para as interfaces.

8) Realizar teste geral

⁵ Não será mais utilizado o DER quando o banco de dados orientado a objetos tornar-se mais freqüente. A modelagem representada no diagrama de classes será implementada como a base de dados.

Esta etapa tem como função testar o sistema completo. Este teste deve ser interno na empresa que desenvolveu o sistema em um ambiente que simule o real. Deve ser gerado um relatório com os problemas encontrados. Após os testes (banco de dados, componentes e interfaces) e, caso não se tenha encontrado problemas, o sistema é liberado para a fase 4.

4.1.4 Fase 4 - Implantação

Tem como objetivo testar, implantar e homologar o sistema em produção na base do cliente. Esta dividida em tarefas de gerenciamento e execução:

a) Tarefas de gerenciamento

As tarefas de gerenciamento desta fase são: verificar o andamento do projeto através de monitoramento do cronograma e dos riscos do projeto por meio de reuniões de avaliação com clientes e usuários. Devem ser analisados os riscos já definidos no início do projeto e verificar se surgiram novos riscos. Também é importante gerenciar as expectativas do cliente quanto ao andamento do projeto reafirmando as datas previstas no cronograma.

Deve ser definido o plano para entrada em produção do novo sistema e também devem ser definidos os critérios para a aceitação final do sistema.

b) Tarefas de execução

1) Implantar versão de testes no cliente

Esta etapa tem como função implantar a versão de testes do sistema no cliente. Após a implantação, deve ser gerado um relatório informando os erros que ocorreram e que devem ser enviados para a equipe de desenvolvimento para alteração.

2) Implantar versão final

Após as correções realizadas de acordo com a implantação de teste, deve-se definir com o cliente a implantação em produção do novo sistema. Após a entrada em produção e solucionados todos os problemas que por ventura tenham surgido, o sistema deve receber a aceitação final por parte do cliente.

3) Definir plano de manutenção

Esta etapa tem como função definir o plano para manutenção. Deve-se definir a estratégia de atuação da área de *help desk* e versões de atualização do sistema.

Assim, neste capítulo foi proposto o método que une o mapeamento e reorganização de processos com o desenvolvimento de sistemas de informação. O mapeamento e reorganização de processos, a partir da sistemografia. O desenvolvimento do sistema de informação, a partir do sistemógrafo, utilizando as técnicas da orientação a objetos.

5. Aplicação do método projetado em uma empresa industrial com processo de produção simulado

O método projetado no capítulo 4, de mapeamento e reorganização de processos associado ao desenvolvimento de sistemas de informação, será simulado em uma empresa industrial do ramo têxtil. Essa simulação da utilização do método será descrita neste capítulo.

As áreas envolvidas com a produção são analisadas e os processos para a fabricação de tecidos são identificados. O enfoque será dado para a produção de tecidos planos e *jacquard* para estofados, a partir de fios de poliéster e algodão. Será apresentado em uma primeira etapa neste capítulo um processo produtivo têxtil genérico completo, e em seguida o processo produtivo específico para a produção de tecido *jacquard*.

O processo têxtil consiste geralmente de dois mega processos: fiação e tecelagem.

5.1 Fiação

O mega processo de fiação é a etapa inicial do processo produtivo têxtil, o qual se inicia a partir de fibras geradoras do fio, que será utilizado para a tecelagem.

A fibra utilizada para a produção de fios é do tipo natural, artificial ou sintética (SENAI/CETIQT,1994). As fibras naturais são de origem animal, vegetal ou mineral. As fibras artificiais são formadas por polímeros naturais de origem vegetal (celulose e caseína), enquanto

as fibras sintéticas provêm da polimerização de substâncias químicas orgânicas. As matérias primas utilizadas como base neste trabalho serão o algodão (natural) e o poliéster (sintética).

A fiação consiste na paralelização das fibras e na aderência de uma às outras por atrito e no torcimento para que adquiram resistência. O resultado da etapa de fiação são fios homogêneos preparados para a fabricação de tecidos.

O processo de fiação a partir de fibras naturais, artificiais e sintéticas é muito parecido. As fibras artificiais e sintéticas, porém, requerem um menor número de operações de limpeza, pois são geradas a partir de processos químicos (Corder,1994:14).

Os tipos de fios resultantes da fase de fiação são os fios penteados ou fios cardados, sendo que a diferença entre os dois é a qualidade e a regularidade.

A qualidade do fio penteado é melhor devido ao maior número de processos de limpeza a que é submetido, o que diminui a quantidade de resíduos nas fibras e resulta em um fio mais homogêneo. A melhor regularidade é ocasionada pela redução de torções sofridas o que dá ao tecido elaborado uma textura mais lisa e refinada. É o fio indicado para a produção de tecidos na confecção, por exemplo, de camisas e lençóis.

O fio cardado é utilizado para a produção de *jeans*, tecidos para estofados e cortinas entre outros. A qualidade inferior é devido ao maior número de torções sofridas para aumentar a resistência, tornando-se áspero e grosseiro. Na figura 5.1 é mostrado o sistemógrafo do processo de fabricação de fio cardado baseado em atividades apresentadas por (Lima, 1995) e (Corder,1994).

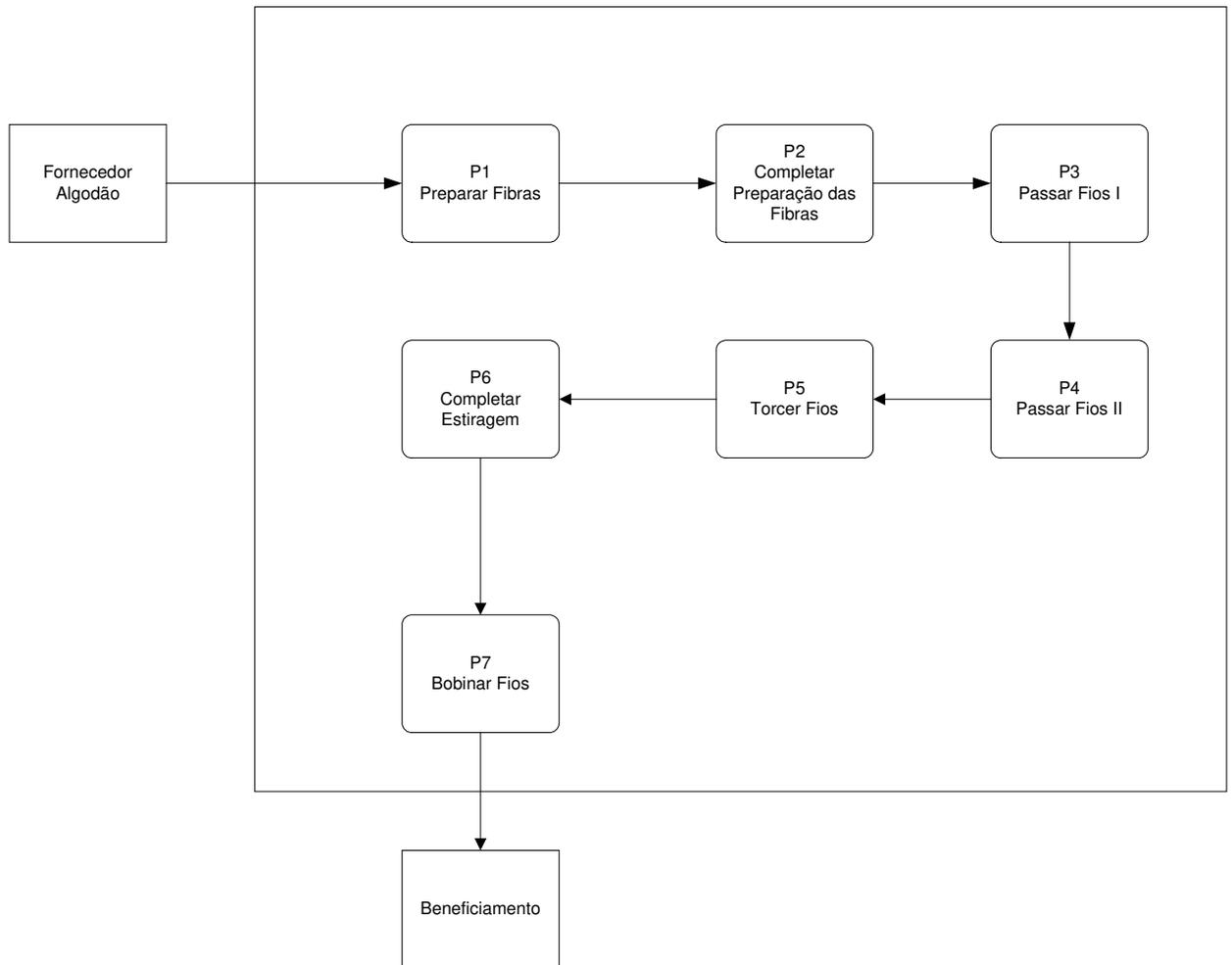


Figura 5.1. Processo de fiação cardado a partir de fibras de algodão

O algodão a ser transformado recebe um tratamento prévio nas usinas de beneficiamento, onde são desencaroçadas e enfardadas.

A primeira atividade Preparar Fibras (P1) ocorre no batedor, que corresponde a um conjunto de abridores, onde além da limpeza, as fibras são floculadas e abertas.

Em seguida, na forma de um rolo de manta, as fibras são transportadas para as cardas onde ocorre a atividade Completar Preparação das Fibras (P2) que executa mais um processo de limpeza e são eliminadas as fibras curtas e os nós. Também nesta atividade inicia-se o processo

de paralelização e estiragem que oferece maior regularidade ao fio. As fitas de fios que saem das cardas são estocadas em grandes recipientes para serem transportadas à operação seguinte.

Se o fio for cardado, os recipientes de fios seguem das cardas diretamente para o primeiro passador; se for penteado, ocorrem alguns processos a mais que não estão no escopo deste trabalho. Nesse primeiro passador ocorre a atividade Passar Fio I (P3) que engloba a estiragem, paralelismo e duplicação, tal como na atividade P2, mas agora com um volume muito menor de impurezas. Novamente dispostas em fitas nos recipientes, as fitas são transportadas para o segundo passador que executa a atividade Passar Fio II (P4) que repete o mesmo processo descrito no primeiro passador.

Do segundo passador as fitas são transportadas para a maçarqueira onde ocorre a atividade Torcer Fios (P5) que, além de continuar o processo de estiragem das fibras, executa uma torção mínima nas mesmas para que o fio não se quebre na etapa posterior.

No filatório é executada a atividade Completar Estiragem (P6) que recomeça a etapa de estiragem e torção. O produto final, o fio, que é utilizado no processo de tecelagem, é enrolado em espulas e transportado para as bobineiras ou conicaleiras onde ocorre a atividade Bobinar Fios (P7), e estes são bobinados nos cones. Em seguida, os fios são transferidos para a etapa de tecelagem.

A fiação de poliéster é realizada por fusão. O polímero é fundido em alta temperatura e o resultado é um líquido viscoso que segue do reator por meio de tubos até a fieira de onde emerge na forma de jatos finos que se solidificam por resfriamento adquirindo características de filamentos. Estes filamentos são enrolados em bobinas e seguem para a máquina de estiragem onde são embalados em uma espécie de cones chamados *cops* para serem enviados à tecelagem (Mano, 1994).

Deve-se ressaltar que há uma fase de beneficiamento antes da fase de tecelagem, onde são executados o tingimento e a engomagem dos fios. No primeiro os fios são coloridos e, no segundo, é ampliada a resistência dos fios para a fase de tecelagem.

5.2. Tecelagem

Os fios enrolados nas bobineiras são subdivididos em urdume e trama. No urdume os fios são reunidos em paralelo e determinam o comprimento do tecido devido à sua disposição longitudinal nos teares. Por exemplo, em uma calça jeans, o fio vertical, tingido de azul é o urdume, e o fio cru é a trama. A figura 5.2 mostra o sistemógrafo da fase de preparação e tecelagem.

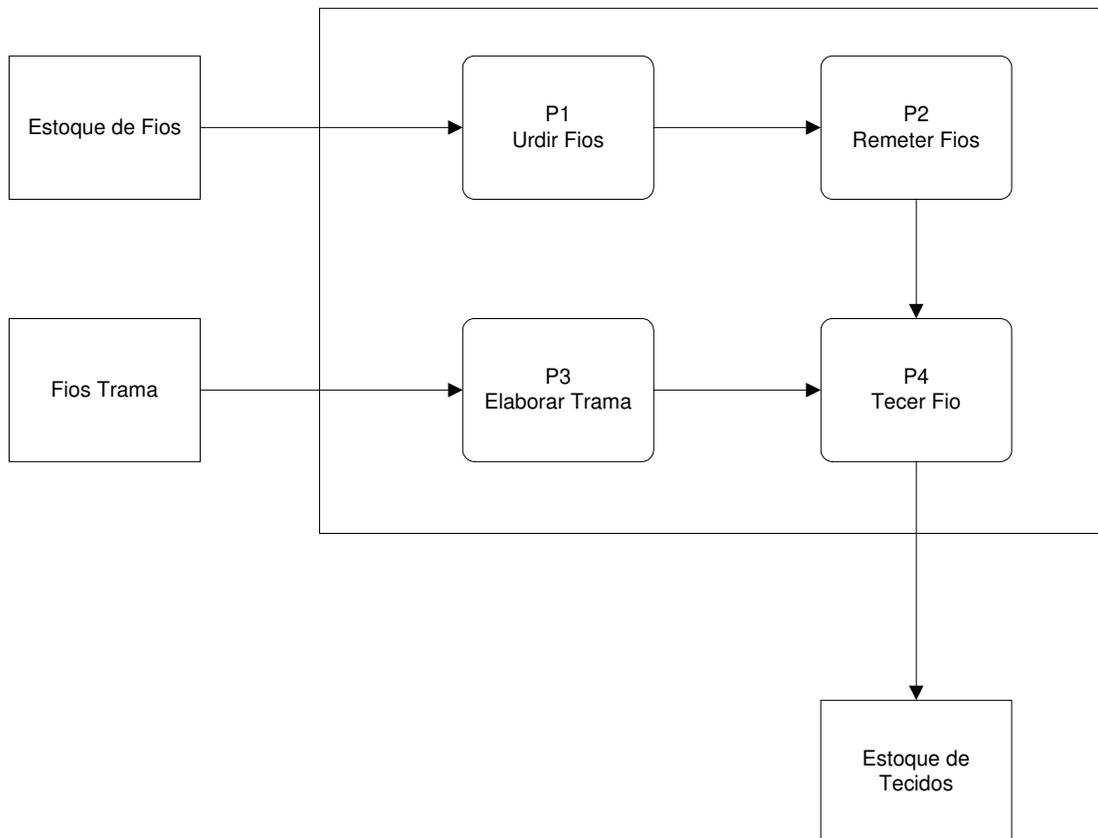


Figura 5.2. Processo de tecelagem

Na urdideira ocorre a atividade Urdir Fio (P1), onde os fios de urdume são enrolados em um único rolo. Após a confecção de um rolo de urdume, é realizada a atividade Remeter Fios (P2) que visa à passagem dos fios de urdume pelas lamelas, liços e pente no tear.

Na espuladeira é executada a atividade Elaborar Trama (P3), onde os fios são enrolados em espulas especiais (cilindros de madeira) que são introduzidas nas lançadeiras. Os fios da trama percorrem o tear transversalmente. Com o cruzamento e o entrelaçamento do urdume e da trama no tear inicia-se a atividade Tecer Fio (P4) que terá como resultado final o tecido.

5.3 Simulação

Este trabalho tomou como base para a simulação do método projetado a linha de produção de tecido *jacquard* para decoração. Foi utilizada como apoio a empresa Teceart Indústria e Comércio Ltda. da cidade de Santa Bárbara d'Oeste. É uma empresa de médio porte, com produção mensal de cem mil metros de tecido ao mês com duzentos clientes ativos para o controle de fios e controle da produção de tecidos. Também a empresa Polienka Ltda da cidade de Americana, com uma produção mensal de 450 toneladas de fios de poliéster tingidos ao mês, foi utilizada para o controle de tingimento.

O tecido *Jacquard* produzido nesta simulação é utilizado na fabricação de sofás. São criados três sistemógrafos: controle de fios, controle da produção do tecido e controle de tingimento.

5.3.1 Controle de fios

O sistemógrafo do controle de fios representa o processo de controle do estoque de fios (crus e tingidos) e o gerenciamento da entrada e saída de fios para o tingimento em empresa terceirizada.

Entradas:

E1 – Fornecedor fio algodão: A empresa recebe rolos de fios de algodão que serão utilizados como a trama na tecelagem do tecido *jacquard*.

E2 – Fornecedor fio poliéster: A empresa recebe rolos de fios de poliéster que serão utilizados como urdume na tecelagem do tecido *jacquard*.

E3 – Fornecedor tinturaria: A empresa recebe os fios de poliéster e algodão que foram enviados para tingimento em empresa terceirizada.

Saídas:

S1 – Fornecedor tinturaria: A empresa envia os fios de poliéster e algodão para tingimento de acordo com a necessidade de produção.

S2 - Estoque fios tingidos: Local onde são armazenados os fios tingidos no padrão FIFO (*First in, First out*).

S3 – Estoque de urdume: Local onde são armazenados os rolos de urdumes.

Atividades:

P1- Estocar fio algodão: As caixas de fio de algodão cru são recebidas e armazenadas em local reservado para esse tipo de fio.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e espaço

Nível: 4

P2- Estocar fio de poliéster: As caixas de fio de poliéster são recebidas e armazenadas em local reservado para esse tipo de fio.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e espaço

Nível: 4

P3- Verificar necessidade de tingimento de fio: A partir de verificação do ponto mínimo no estoque de fios de algodão e poliéster e os novos pedidos a serem produzidos, são definidos os rolos de fios que serão enviados para a empresa terceirizada para serem tingidos.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P4- Verificar quebra: Para cada retorno de tingimento de fios em empresa terceirizada é verificada a diferença existente entre a quantidade (quilos) enviada e recebida.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e forma

Nível: 4

P5 - Estocar fio tingido: O fio tingido recebido é estocado de tal forma que facilite sua manipulação para envio para a produção, sendo que será enviado para a produção de acordo com a regra do FIFO (*first in, first out*).

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e espaço

Nível: 5

P6 – Montar urdume: A partir dos pedidos de venda são montados os rolos urdumes que serão utilizados para a fabricação dos tecidos. Esta consiste em criar rolos de urdumes a partir de rocas de poliéster de acordo com as cores necessárias para a produção.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo, espaço e forma

Nível: 4

A figura 5.3 representa o fluxo operacional no processo de controle de fios. Através das atividades P1 e P2 os fios de algodão e poliéster são recebidos e armazenados em local adequado. Na atividade P3 é verificada, junto ao estoque de fios tingidos, a necessidade de enviar rolos de fios cru para tingimento. Por sua vez, na atividade P4, para cada recebimento de fios tingidos, é verificada a diferença entre a quantidade enviada e recebida. Na atividade P5 o fio, que foi enviado para tingimento, retorna e deve ser armazenado de maneira que seja fácil a obtenção do rolo de acordo com a regra FIFO, para que seja reduzida a probabilidade de diferença na tonalidade dos fios. Na atividade P6 os rolos de poliéster tingidos são colocados na urdideira e criados rolos únicos para a produção.

A figura 5.4 representa o fluxo informacional no processo de controle de fios. As atividades P1 e P2 utilizam-se de informações do estoque para definir o local de estocagem dos fios de algodão e de poliéster. A atividade P3 utiliza-se de informações de fios estocados e das ordens de produção para definir a necessidade de tingimento de fios. Na atividade P4 é gerenciada a diferença entre a quantidade de fios enviada e recebida, podendo haver quebras no tingimento de fios de algodão e sobras no tingimento de fios de poliéster. Na atividade P5 são

utilizadas informações do estoque de fios e das regras definidas pelo FIFO para a definição do local de armazenamento de fios tingidos. A atividade P6, a partir de informações do planejamento de produção e do estoque, cria rolos de urdume.

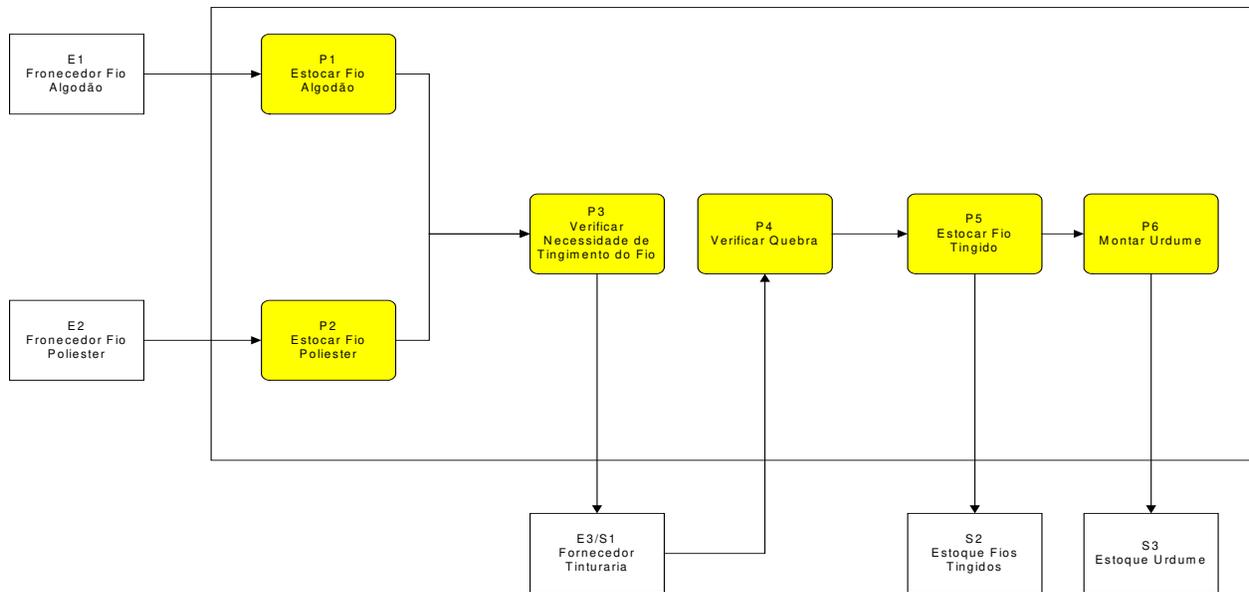


Figura 5.3. Sistemógrafo operacional de controle de fios

A figura 5.5 representa o fluxo decisional no processo de controle de fios. A atividade P3, a partir da utilização de informações do estoque e da produção, decide o que deverá ser enviado para tingimento. A atividade P5, a partir de informações do estoque de fios tingidos e das regras do FIFO, decide o local onde os fios devem ser armazenados.

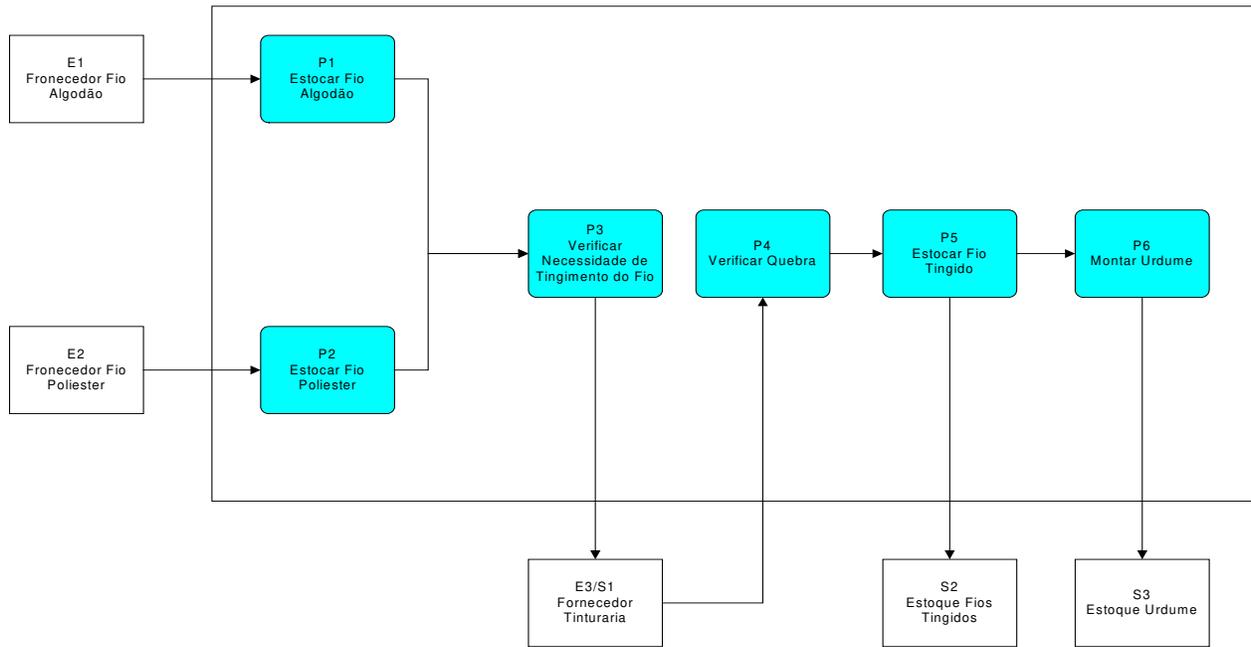


Figura 5.4. Sistemógrafo informacional de controle de fios

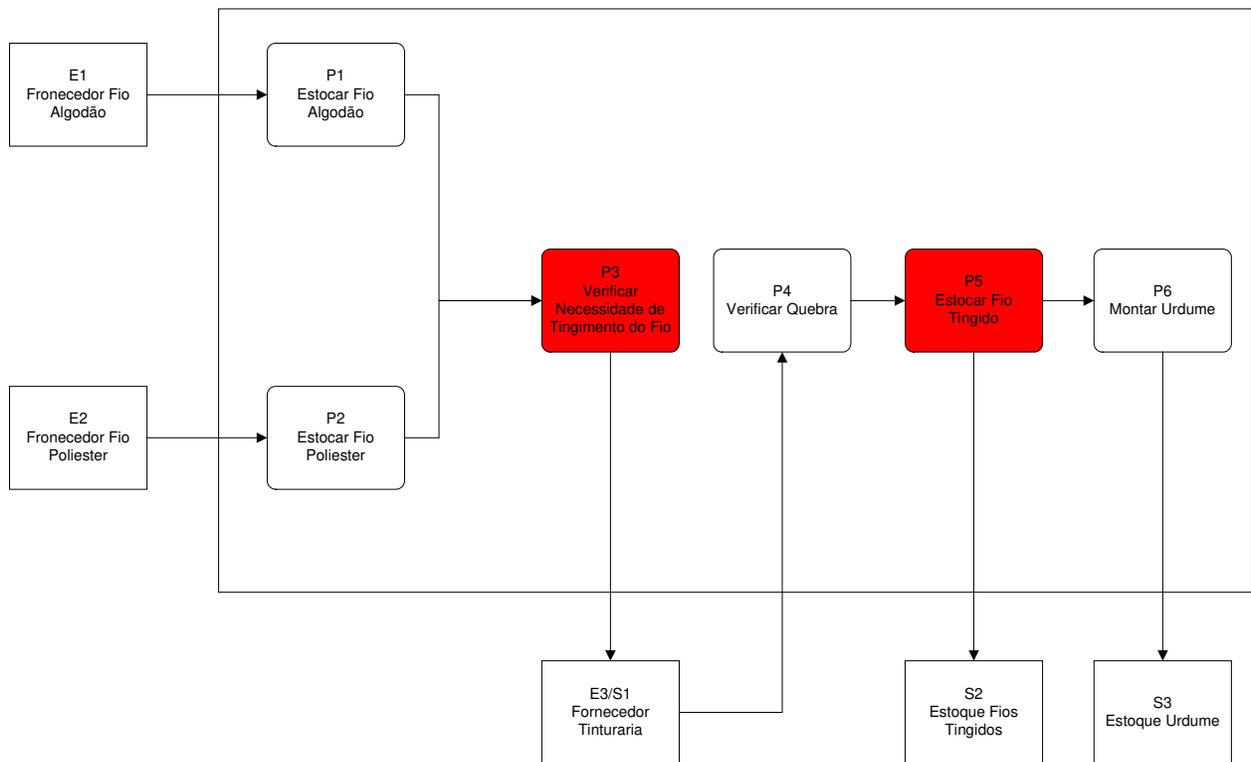


Figura 5.5. Sistemógrafo decisional de controle de fios

5.3.2 Controle de produção de tecido

O sistemógrafo do controle de produção de tecidos representa o processo de planejamento e controle da produção de tecido *jacquard*.

Entrada:

E1 – Cliente: O cliente faz um pedido de compra informando o artigo desejado. O artigo é formado pelo desenho, cor do urdume e cor da trama.

Saída:

S1 – Estoque produto acabado: Local onde os produtos produzidos ficam armazenados até a expedição para o cliente.

Atividades:

P1- Receber pedidos de venda: Os pedidos de venda são recebidos via fax ou *e-mail* e são agrupados semanalmente para definição de programação de produção.

Categoria: operacional

Tipo: tempo e espaço

Nível: 3

P2- Planejar produção: A partir dos pedidos recebidos na semana é definida a programação de produção de acordo com os artigos, desenhos, cor de urdume e cor da trama.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P3- Verificar estoque de fios: A partir do planejamento da produção é verificada a quantidade de fios tingidos no estoque e a necessidade de envio de fios para tingimento .

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P4- Programar tear: Com a definição da programação da produção e das cores dos urdumes a serem utilizados, é definida a programação dos teares disponíveis. Os artigos são agrupados pelas mesmas cores dos urdumes e são colocados no mesmo tear (a atividade de colocação de rolos de urdumes é a mais demorada na linha de produção). Em segundo lugar, são priorizadas as produções que utilizam os mesmos desenhos.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P5 - Fabricar tecido. O urdume é engrupado e a trama é montada no tear e é fabricado o tecido a partir destes dois fios.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P6- Revisar tecido. O tecido produzido é revisado para verificar se houve algum defeito na produção.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P7- Estocar tecido acabado. O rolo de tecido acabado é revisado e é estocado até sua expedição.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e espaço

Nível: 4

A figura 5.6 representa o fluxo operacional no processo de controle de fabricação de tecidos. Na atividade P1 os pedidos de vendas são recebidos via fax ou *e-mail* e são agrupados semanalmente. Na atividade P2 é realizado o planejamento da produção a partir do preenchimento de formulário de artigos a serem produzidos. Na atividade P3 é verificada, junto ao estoque de fios, a necessidade de enviar rolos de fios para tingimento em empresa terceirizada. A atividade P4 é responsável por identificar em qual tear será produzido o artigo pedido através da análise do que está planejado para ser produzido (P3). Na atividade P5, o urdume é engrupado e a trama é montada no tear e iniciada a produção do tecido. Na atividade P6 é realizada uma revisão do tecido produzido. Na atividade P7, o tecido acabado é transferido da produção para o estoque de produto acabado.

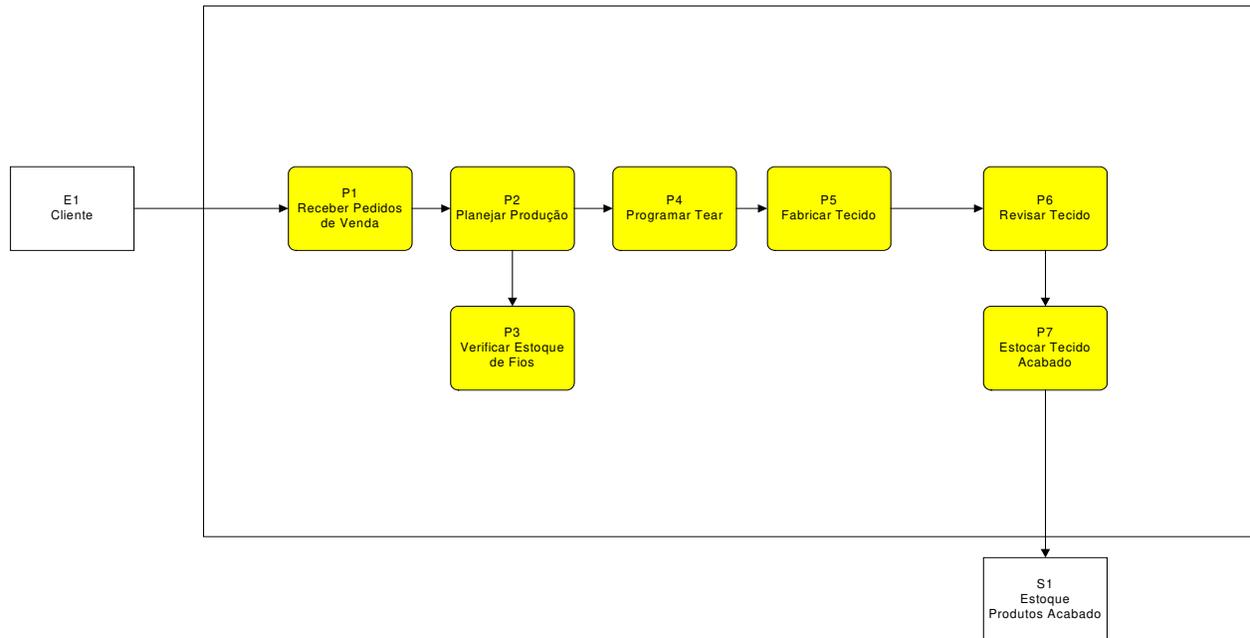


Figura 5.6. Sistemógrafo operacional de controle de produção de tecido

A figura 5.7 representa o fluxo informacional no processo de controle de fabricação de tecidos. A atividade P2 é realizada com a utilização de informações provenientes do estoque e dos pedidos de venda. A partir de informações do estoque de fios é analisada (P3) a necessidade do envio de fios para tingimento em empresa terceirizada. A programação do tear (P4) é realizada a partir de informações recebidas da programação de produção e dos artigos a serem produzidos. Para fabricação do tecido (P5), são utilizadas informações do planejamento. A partir de informações do artigo e do desenho definido, é realizada a revisão no tecido produzido (P6). A atividade P7 é realizada a partir de informações fornecidas pelo estoque para armazenar o produto acabado para posterior expedição.

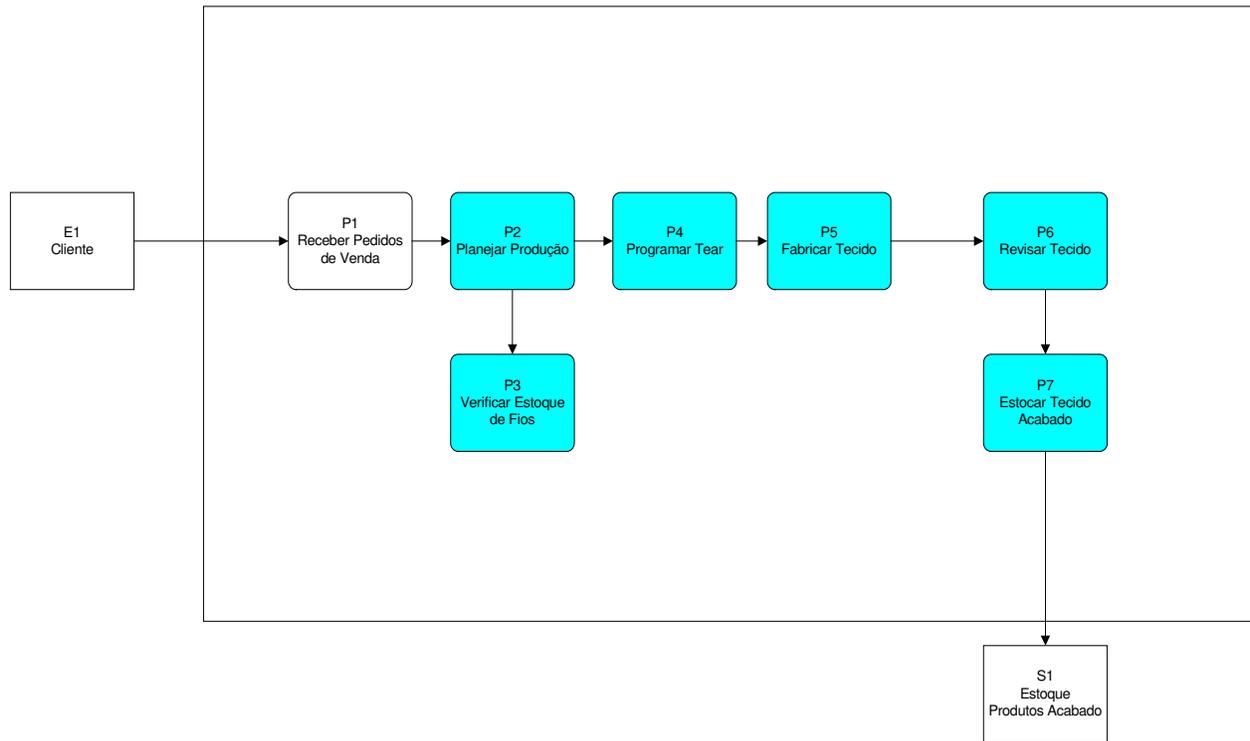


Figura 5.7 Sistemógrafo informacional de controle de produção de tecido

A figura 5.8 representa o fluxo decisional no processo de controle de fabricação de tecidos. Na atividade P2 é decidido qual artigo e quando será produzido. Na atividade P3 é decidido, a partir de informações do estoque, se há a necessidade de enviar fios para tingimento. A atividade P4 decide em quais teares serão produzidos os artigos levando em consideração cor de urdume e desenho. Na atividade P5 será realizada a produção do tecido, podendo ser interrompida se ocorrer algum problema. Na atividade de revisão (P6) o tecido é revisado e decide-se se o produto está liberado ou não, de acordo com padrões de qualidade da empresa.

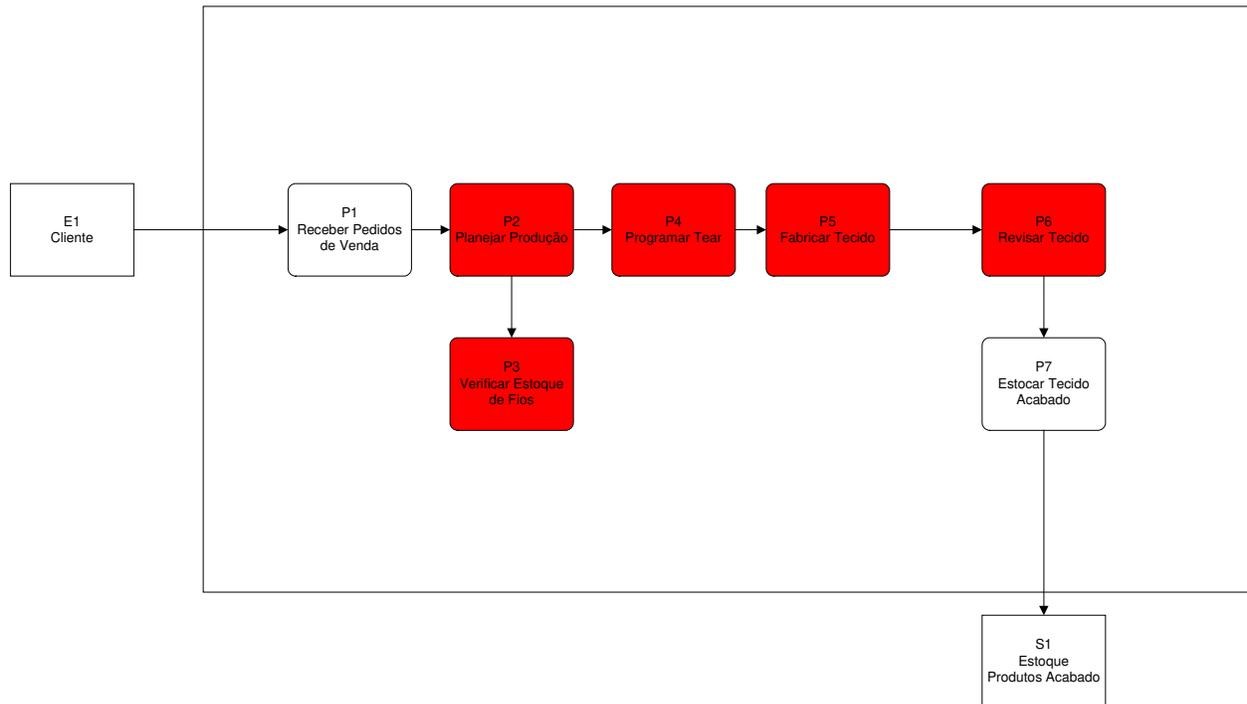


Figura 5.8 Sistemógrafo decisional de controle de produção de tecido

5.3.3 Controle de tingimento de fios de poliéster

O sistemógrafo do controle de tingimento de fios de poliéster representa o processo de tingimento que é realizado na empresa terceirizada para o tingimento do fio de poliéster que é utilizado como urdume para a produção do tecido *jacquard*.

Entrada:

E1- PCP: A área de tingimento de fios de poliéster recebe da área de PCP a listagem dos lotes que devem ser produzidos.

Saída:

S1- Expedição: Os fios tingidos e embalados são enviados para a área de expedição para envio ao cliente.

Atividades:

P1 - Programar máquina: Com o recebimento da listagem de lotes a serem tingidos é realizada a conferência da lista, com a verificação da prioridade da produção e da existência da receita de tingimento. A ordem de programação para as máquinas de tingimento é realizada das cores mais claras para as cores mais escuras. São informados: número da partida, número da máquina de tingimento, data e hora início, cliente, artigo, programa de tingimento, peso e receita. Quando do início da preparação do processo de tingimento é iniciado o preenchimento do formulário de acompanhamento do processo de tinturaria (FAPT), que será completado no decorrer do processo. São preenchidos: número lote de tingimento, número lote cru, máquina de tingimento, número de rocas e cor.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P2 – Pesar lote cru: As rocas de fios de poliéster cru que irão ser tingidos são pesadas. São preenchidas no FAPT as seguintes informações: total de quilos do lote e o nome do funcionário que realizou a pesagem.

Categoria: operacional

Tipo: tempo

Nível: 3

P3- Inspeccionar e prensar: Os fios são colocados em cestos e inspecionados visualmente e em seguida são prensados. São preenchidos no FAPT: número da prensa, número do cesto e nome do funcionário que realizou o trabalho .

Categoria: operacional

Tipo: tempo, espaço e forma

Nível: 3

P4- Checar receita: Este procedimento é realizado quando não há receita relacionada com a programação do tingimento ou quando a mais de dois meses esta cor não é utilizada. Caso ocorra algum destes problemas, deve-se definir a receita para o tingimento.

Categoria: informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P5- Preparar corante: São separados e pesados os corantes que serão utilizados e, em seguida, preparada a receita.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e forma

Nível: 4

P6- Tingir fio: os cestos são transportados para a máquina de tingimento e, em seguida, são colocados os corantes. Durante o tingimento o funcionário faz verificações relativas ao PH e a pressão. O processo de tingimento leva em média de duas a três horas. São preenchidos no FAPT: número da máquina, PH tingimento, PH redução, PH amaciante, pressão, data do tingimento e o nome do funcionário que executou o tingimento.

Categoria: operacional e informacional

Tipo: tempo e forma

Nível: 4

P7- Secar: Após o tingimento, os cestos são levados para a máquina de secagem. São preenchidos no FAPT: hora início da secagem, hora fim da secagem e o funcionário que realizou a secagem.

Categoria: operacional

Tipo: tempo e forma

Nível: 3

P8- Verificar qualidade: Após a secagem, são retiradas e analisadas amostras de três rolos do lote. Caso estejam dentro do padrão, o lote é liberado para embalagem, caso seja detectado algum problema, são retiradas mais amostras e enviadas para o laboratório.

Categoria: operacional, informacional e decisional

Tipo: tempo e forma

Nível: 5

P9- Embalar: Após a liberação, as rocas são embaladas e enviadas para a expedição.

Categoria: operacional

Tipo: tempo, espaço e forma

Nível: 3

A figura 5.9 representa o fluxo operacional do processo de controle de tingimento de fios de poliéster. Na atividade P1 é conferida a listagem enviada pela área de PCP e preparada a programação das máquinas de tingimento. Em seguida, na atividade P2 o lote de fios crus é pesado. Na atividade P3 as rocas são colocadas em um cesto, inspecionadas visualmente e prensadas. Na atividade P5 são selecionados os galões de corantes. O cesto é colocado na máquina de tingimento (P6) e os fios são tingidos. Na atividade P7 o cesto é colocado na máquina de secagem. Na atividade P8 são retiradas amostras de três rolos e testadas na linguiteira e no fotômetro e, finalizando, na atividade P9, os fios são embalados para serem expedidos.

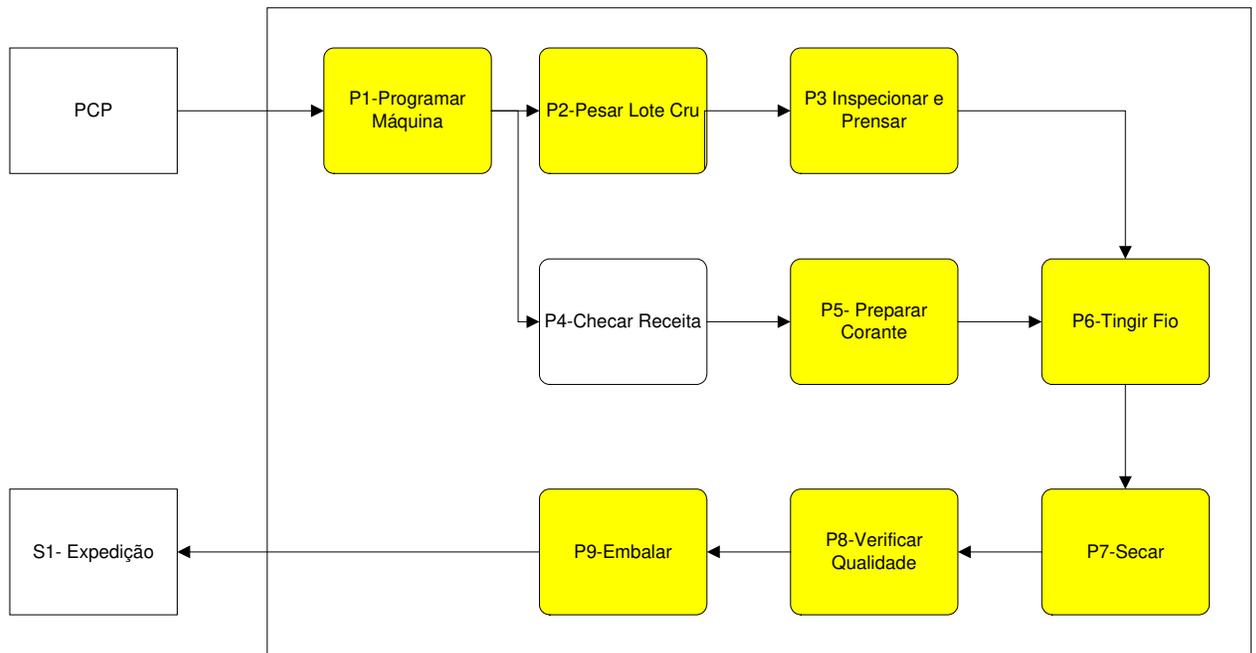


Figura 5.9. Sistemógrafo operacional do controle de tingimento de fios de poliéster

A figura 5.10 representa o fluxo informacional do processo de tingimento de fios de poliéster. A atividade P1 utiliza-se de informações recebidas da área de PCP e das máquinas de tingimento para programar os tingimentos. A atividade P4 utiliza informações do PCP e das receitas para se verificar a validade do tingimento. Na atividade P5, para se preparar os corantes para o tingimento são utilizadas informações das receitas. A atividade P6 utiliza-se de informações da receita para o tingimento e da máquina de tingimento para verificar o andamento da operação. Na atividade P8, são utilizadas informações do padrão de qualidade do artigo e dos testes realizados para verificar a qualidade.

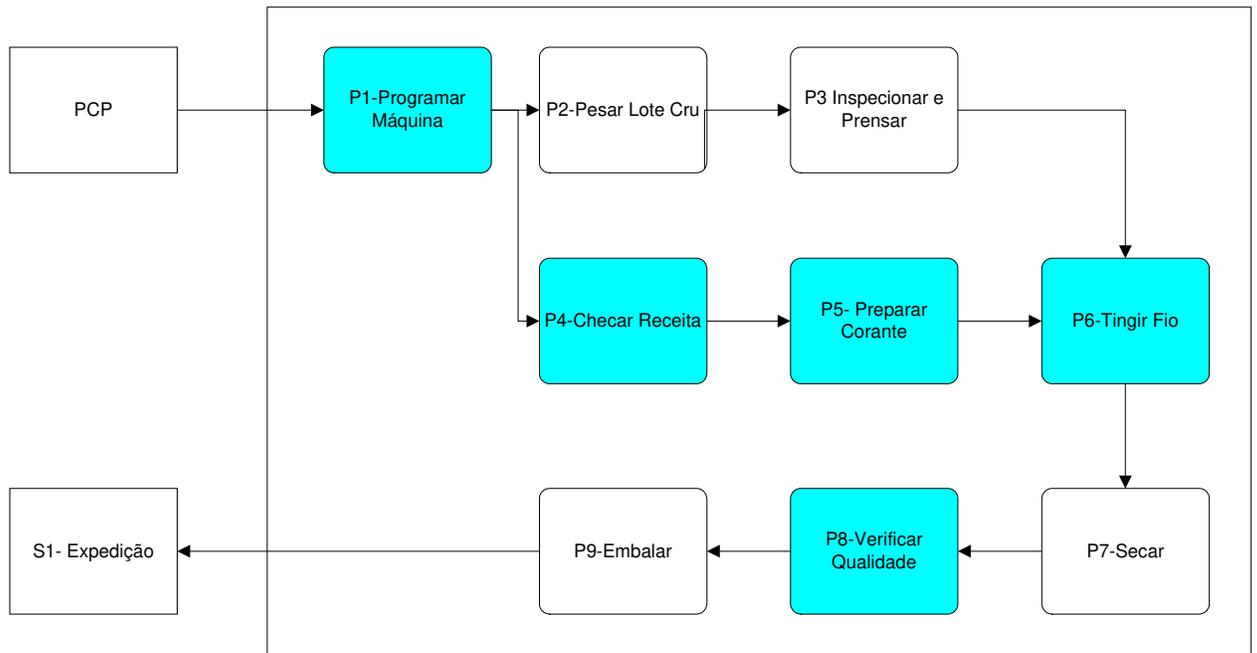


Figura 5.10. Sistemógrafo informacional do controle de tingimento de fios de poliéster

A figura 5.11 representa o fluxo decisional do processo de tingimento de fios de poliéster. Na atividade P1 é decidido em qual ordem e em qual máquina será realizado o tingimento. Na atividade P4 é checado e decidido se a receita está de acordo com o que será tingido. Na atividade P8 é decidido, de acordo com os dados coletados, se o produto está liberado ou não.

A próxima etapa a ser realizada é a simulação de um sistema de informação baseado nas atividades identificadas nos sistemógrafos do controle de fios, do controle de produção de tecido e do controle de tingimento de fios de poliéster.

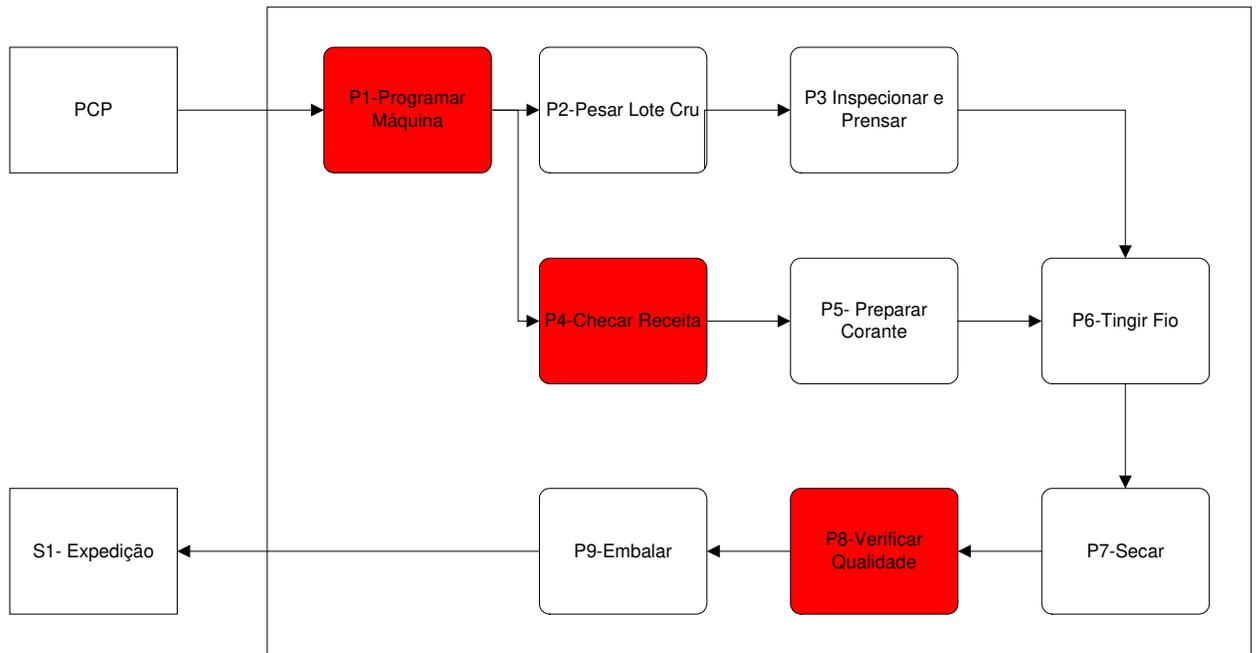


Figura 5.11. Sistemógrafo decisional do controle de tingimento de fios de poliéster

5.3.3 Criação do sistema de informação

A partir de uma análise detalhada das atividades apresentadas nos sistemógrafos, são identificadas as atividades ou partes das atividades que formam o escopo do sistema de informação a ser desenvolvido. Assim, o primeiro diagrama a ser criado é o diagrama de casos de uso, cuja finalidade é identificar as interações do novo sistema com usuários ou outros sistemas.

Na figura 5.12 é mostrado o diagrama de casos de usos para o sistema de informação a ser simulado. Neste diagrama são definidas as interações existentes entre os usuários (ou outros sistemas de informação) e o sistema a ser simulado.

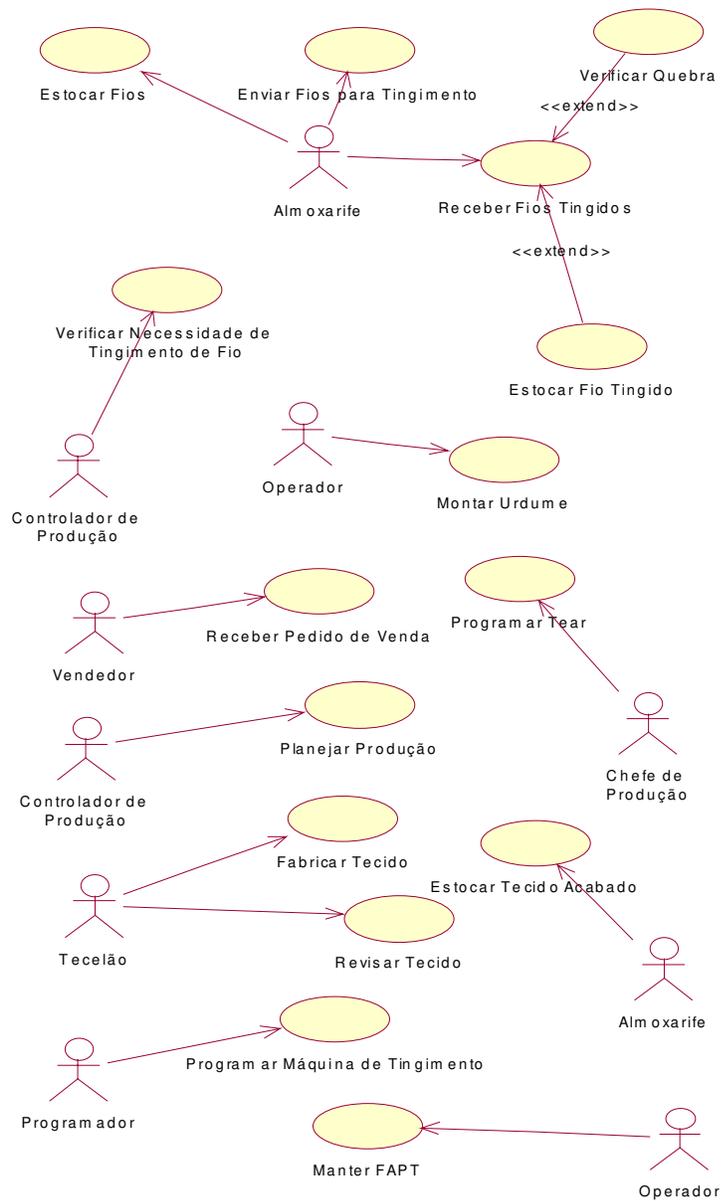


Figura 5.12. Diagrama de casos de uso criado a partir dos sistemógrafos

O próximo passo é fazer a descrição de cada caso de uso, ou seja, o que ocorrerá em cada interação com o sistema de informação.

Estocar fios: No almoxarifado as caixas de fios recebidas são separadas em fios de algodão e fios de poliéster. Para cada recebimento é informado o fornecedor, lote do fornecedor, data de produção, número da nota fiscal, peso bruto, peso líquido e quantidade de rocas.

Enviar fios para tingimento: Após a verificação da necessidade de tingimento é preenchida uma solicitação de tingimento por terceiros que é composta pelas seguintes informações: número da nota fiscal, fornecedor do fio, data da solicitação, tipo do fio (poliéster ou algodão), cor, número de rocas e peso. Também deve ser preenchido o formulário de controle de quebra informando o tipo do fio, data do envio, saldo do fio no estoque, peso acumulado já enviado e peso enviado.

Receber fios tingidos: No recebimento dos fios tingidos são verificados a existência de quebra no tingimento de fios e o local de armazenamento.

Verificar quebra: A verificação de quebra consiste em gerenciar a quantidade (peso) de fios enviados e a quantidade (peso) que retornou do tingimento na empresa terceirizada. Assim, é preenchido um formulário eletrônico no momento do envio para o tingimento e completado em seu retorno. Deve ser informado: tipo de fio, data do envio, saldo do fio em estoque, saldo (peso) acumulado enviado, quantidade (peso) de saída, número da nota fiscal de referência, data do recebimento, cor, peso da entrada, peso da quebra, número da nota fiscal referência. O peso de quebra é informado a partir do romaneio enviado pela empresa terceirizada.

Estocar fio tingido: As caixas de rocas são armazenadas de forma a permitir que as caixas antigas sejam mais fáceis de serem disponibilizadas para a produção, seguindo o conceito FIFO (*first in – first out*). As informações armazenadas são: tipo do fio, fornecedor do fio, cor, partida, peso bruto, número de rocas, peso líquido, número da nota fiscal, data do tingimento, lote do tingimento e local de estocagem. O local a ser estocado é definido automaticamente pelo sistema de informação que leva em consideração o tipo do fio (algodão ou poliéster) e a data de tingimento.

Verificar necessidade de tingimento: Com a verificação de fios que estão abaixo do estoque mínimo e da análise dos novos pedidos de venda da semana anterior são definidas as rocas que vão para tingimento.

Montar urdume: Para a criação de um rolo maior de urdume a partir de várias rocas de fios de poliéster é preenchido o formulário de fabricação do rolo de urdume com as seguintes informações: número do rolo de urdume, números dos lotes dos fios de poliéster tingidos utilizados, quantidade de fios, peso, metros do rolo e data de fabricação do rolo.

Receber pedido de venda: O vendedor cadastra o pedido de venda do cliente informando CNPJ, nome e endereço (rua, cidade, estado, telefone, fax, *e-mail*) do cliente, artigo (desenho, cor urdume, cor trama), quantidade (m²), data do pedido e data provável para entrega.

Planejar produção: Os pedidos de venda são agrupados semanalmente por desenho, cor de urdume e cor da trama. O resultado desta atividade é um relatório informando a quantidade de peças que deverão ser produzidas na semana.

Programar tear: A partir do planejamento da produção é definido o que deverá ser produzido em cada tear. Isto é feito agrupando-se pela cor do urdume, pois esse é o item com maior dificuldade de ser alterado em um tear. A ficha de programação do tear gerada tem as seguintes informações: número do tear, nome do artigo, data, cor, quantidade (peças) e observação.

Fabricar tecido: Com a fabricação do tecido a partir do rolo de urdume e das rocas de trama são gravadas as seguintes informações sobre o rolo de tecido: cliente, data de produção, lote de rocas utilizadas de trama, lote de rolo de urdume utilizado, metragem produzida, peso da peça produzida.

Revisar tecido: Na verificação da qualidade do tecido, esse só será liberado se estiver de acordo com o padrão. Caso contrário, será informado o problema ocorrido e o tecido fica bloqueado até o mesmo ser resolvido.

Estocar tecido: O sistema sugere local de armazenagem do tecido (almoxarifado e quadra) até a expedição do mesmo, sendo permitido ao almoxarife trocar o local definido.

Programar máquina de tingimento: Com as informações recebidas do PCP (controle de tingimento de fios de poliéster) são definidas as datas e a ordem dos tingimentos. A ordem de programação para as máquinas de tingimento é realizada das cores mais claras para as cores mais escuras. São informados: número da partida, número da máquina de tingimento, data e hora início, cliente, artigo, programa de tingimento, peso e receita.

Manter FAPT: A cada etapa do tingimento, um funcionário fica responsável por atualizar o formulário de acompanhamento de processo de tinturaria (FAPT), conforme apresentado no sistemógrafo do controle de tingimento de fios de poliéster.

A partir do diagrama de casos de uso e de suas descrições é gerado o diagrama de classes que tem como principal objetivo a identificação das classes e seus relacionamentos.

Com a descrição do caso de uso “Enviar fios para tingimento” são identificadas as classes PedidoTingimentoFio, ItemPedidoTingimento, ControledeQuebra, Fornecedor e Cor com as respectivas operações e atributos conforme demonstração na figura 5.13. O relacionamento entre as classes PedidoTingimentoFio e ItemPedidoTingimento é de agregação, isto é, a classe ItemPedidoTingimento faz parte da classe PedidoTingimentoFio. Conseqüentemente, um objeto da classe de item somente existe, caso exista um objeto relacionado na classe de pedido. Há relacionamentos de associação entre as classes PedidoTingimentoFio e ControledeQuebra, as classes PedidoTingimentoFio e Fornecedor e as classes ItemPedidoTingimento e Cor.

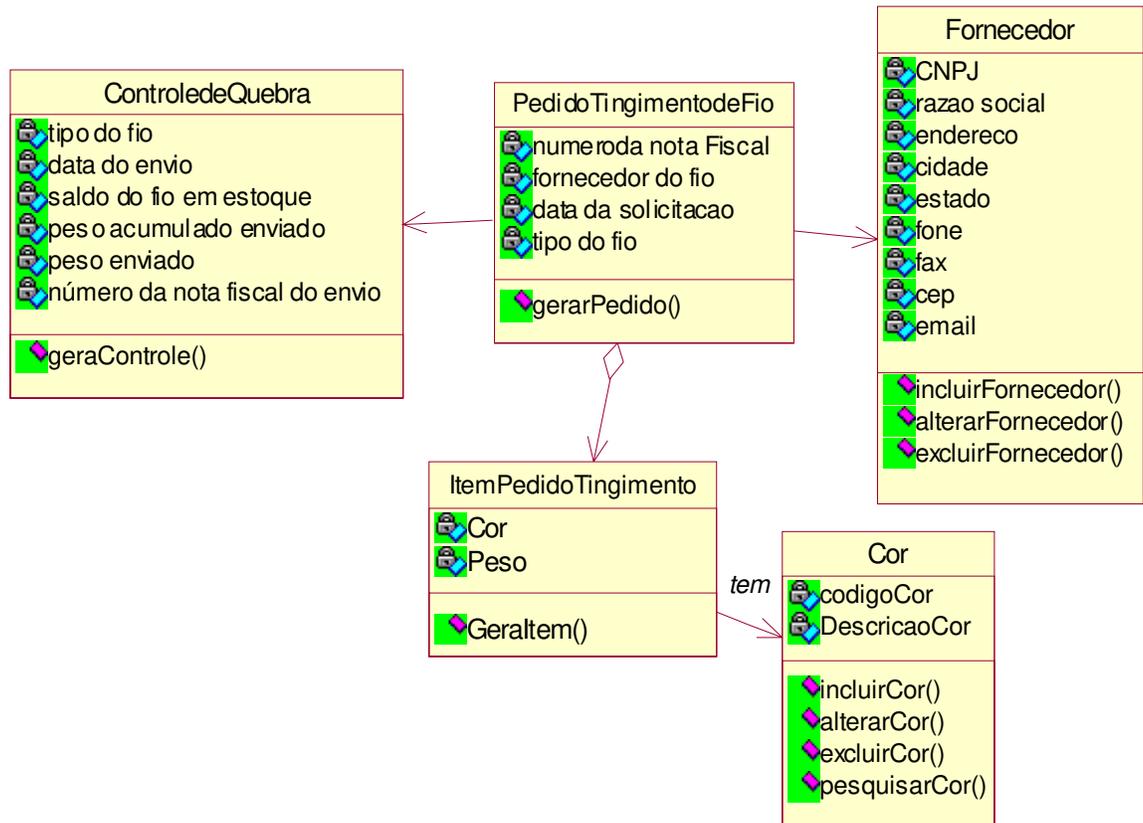


Figura 5.13. Classes geradas a partir da descrição do caso de uso “Enviar fios para tingimento”

O caso de uso “Estocar Fios” identifica a classe CaixaFiosCru como demonstrado na figura 5.14, que representa a funcionalidade de estocar os fios crus comprados.

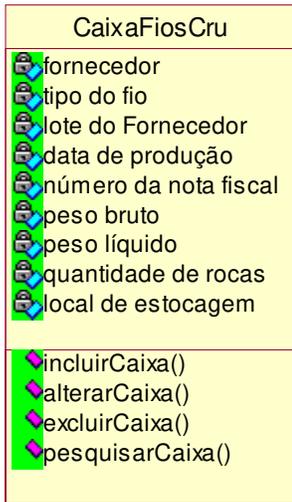


Figura 5.14. Classe gerada a partir da descrição do caso de uso “Estocar Fios”

O caso de Uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio” identifica as classes FioTingido e Pedido de Venda como apresentada na figura 5.15.

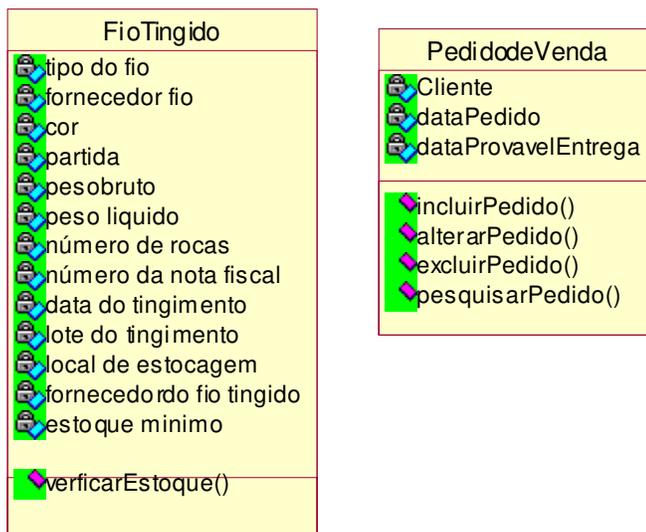


Figura 5.15. Classe gerada a partir da descrição do caso de uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio”

A partir do caso de uso “Receber Fios Tingidos” e suas extensões “Verificar Quebra” e “Estocar Fio Tingido” são atualizadas as classes FiosTingidos e ControledeQuebra criando as operações estocarFio, definirLocalEstoque, receberFiosTingidos e verificarQuebra conforme demonstração na figura 5.16.

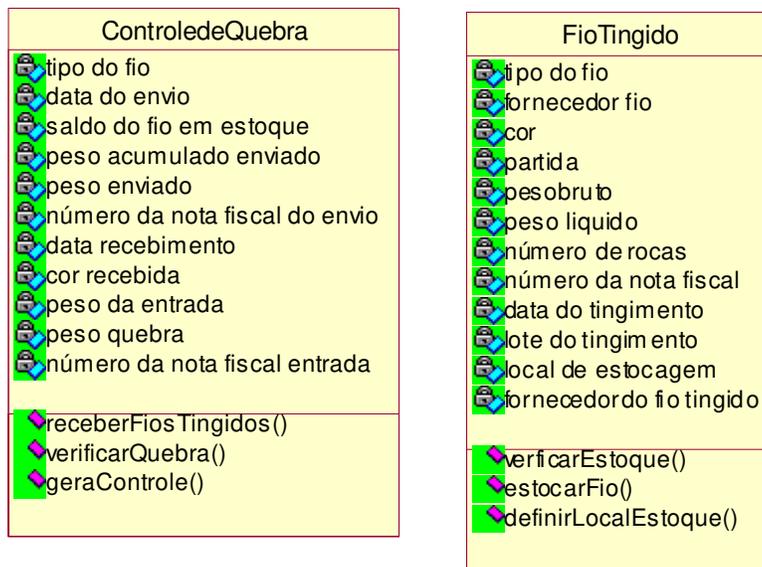


Figura 5.16. Classes geradas a partir do caso de uso “Receber Fio Tingido”

O caso de uso “Montar Urdume” gera a classe RoloUrdume conforme apresentado na figura 5.17.

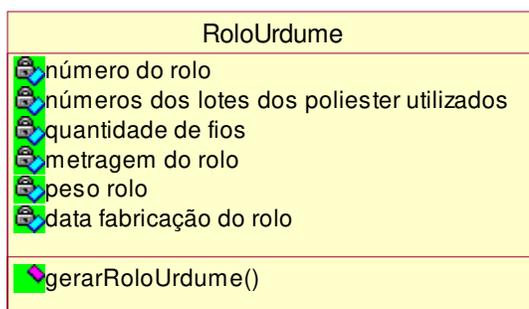


Figura 5.17. Classe gerada a partir do caso de uso “Montar Urdume”

O caso de uso “Receber Pedido de Venda “ atualiza a classe PedidodeVenda e identifica as classes ItemPedidodeVenda, Cliente, Artigo e Desenho conforme apresentado na figura 5.18.

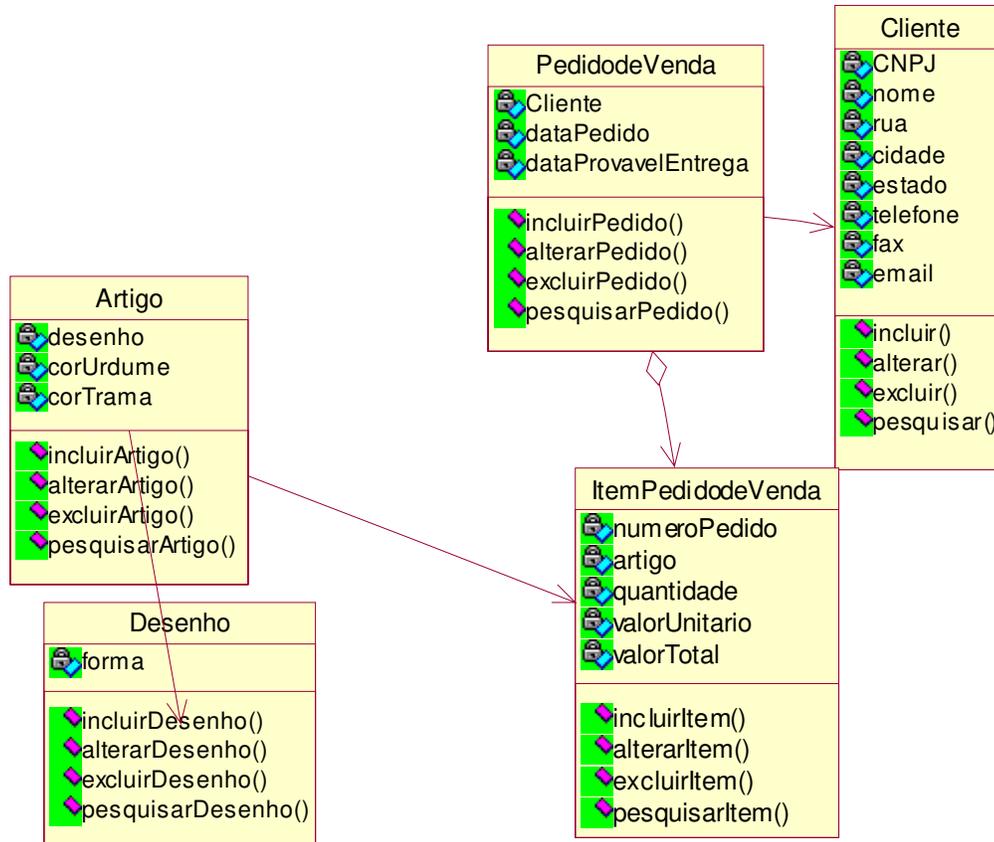


Figura 5.18. Classes geradas a partir do caso de uso “Receber Pedido de Venda“

O caso de uso “Programar Tear” identifica as classes “ProgramaçãoTear” e “Tear” conforme demonstração na figura 5.19.

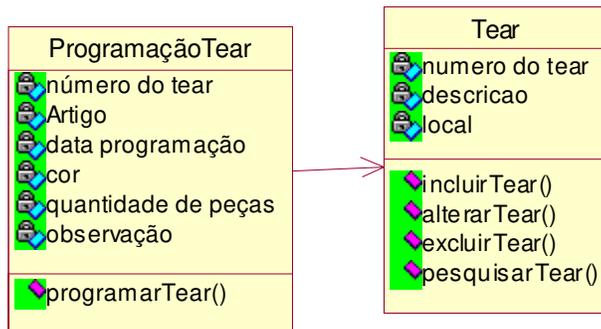


Figura 5.19. Classes geradas a partir do caso de uso “Programar Tear”

O caso de uso “Planejar Produção” atualiza a classe PedidodeVenda criando-se a operação agruparPedido e identifica a classe PlanejamentoProdução conforme demonstração na figura 5.20.

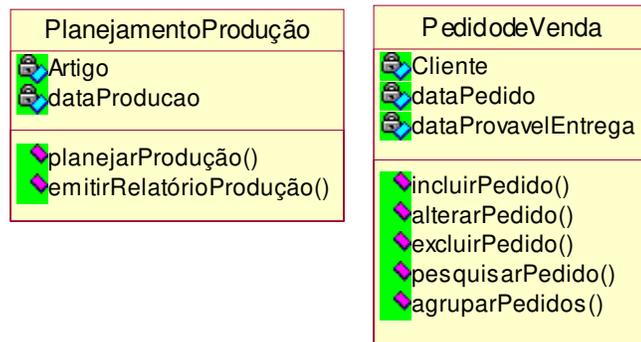


Figura 5.20. Classes geradas a partir do caso de uso “Planejar Produção”

O caso de uso “Fabricar Tecido” identifica a classe Tecido conforme demonstração na figura 5.21.

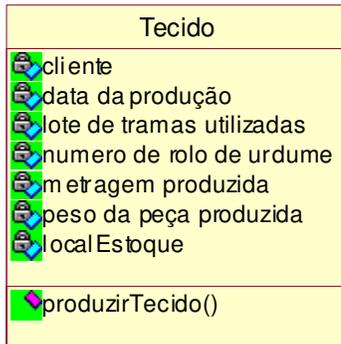


Figura 5.21. Classe gerada a partir do caso de uso “Fabricar Tecido”

O caso de uso “Revisar Tecido” atualiza a classe Tecido criando-se as operações revisarTecido, bloquearTecido e liberarTecido conforme demonstração na figura 5.22.

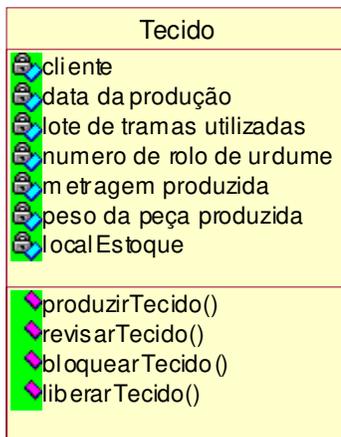


Figura 5.22. Classe atualizada a partir do caso de uso “Revisar tecido”

O caso de uso “Estocar Tecido Acabado” atualiza a classe Tecido, criando-se a operação estocarTecido conforme mostrado na figura 5.23.

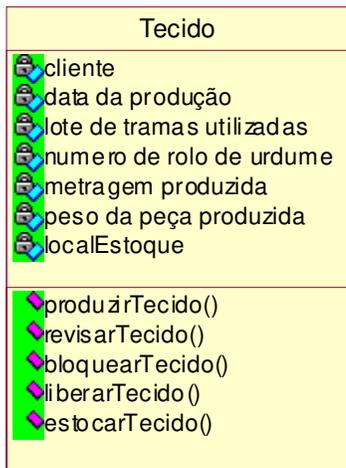


Figura 5.23. Classe atualizada a partir do caso de uso “Estocar Tecido Acabado”

O caso de uso “Programar Máquina de Tingimento” identifica as classes MáquinaTingimento, ProgramacaoMáquinaTingimento e Receita conforme demonstração na figura 5.24.

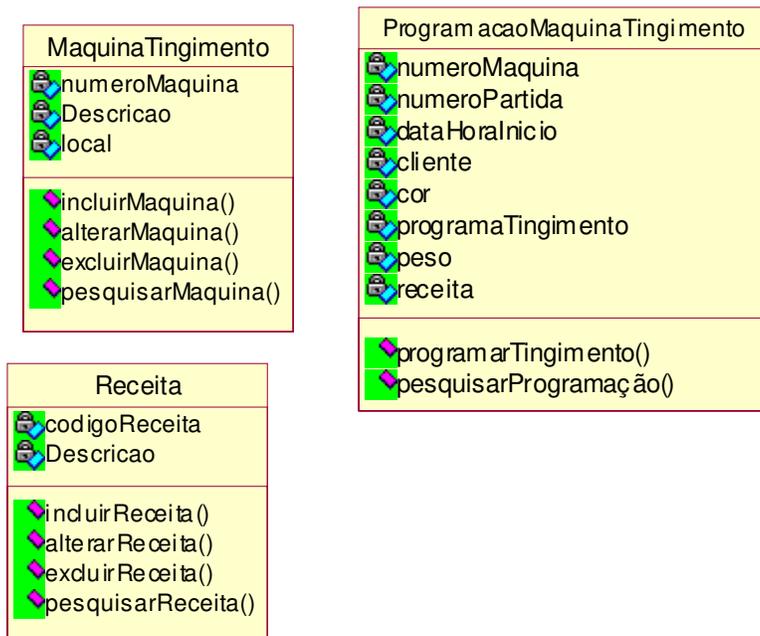


Figura 5.24. Classes identificadas a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento”

O caso de uso “Manter FAPT” identifica as classes Funcionário e FAPT, e este representa a inclusão, alteração, exclusão e pesquisa do formulário de acompanhamento de processo de tingimento, conforme demonstração na figura 5.25.

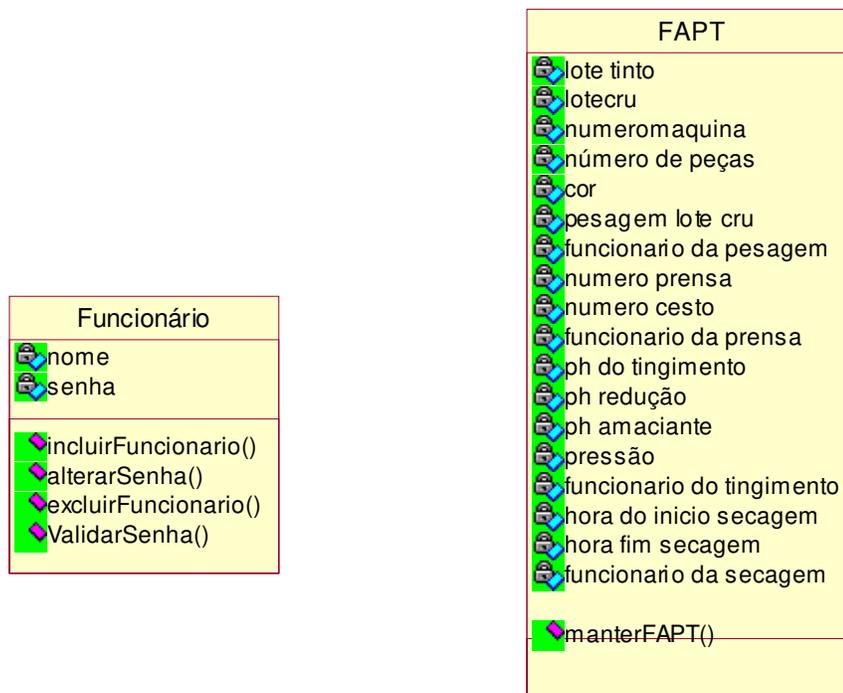


Figura 5.25. Classes identificadas a partir do caso de uso “Manter FAPT”

A figura 5.26 exibe todas as classes e relacionamentos identificados a partir das descrições dos casos de uso. Torna-se claro que, para este método de trabalho, as descrições dos casos de usos são muito importantes, pois, de acordo com seu grau de detalhamento, tem-se um diagrama de classes mais ou menos completo.

Após a geração do diagrama de classes, são criados os diagramas de seqüência para todos os casos de usos apresentados no diagrama de casos de uso. Esse diagrama tem como objetivo

verificar se foram criados todos os métodos e também é o principal material para o programador codificar a funcionalidade apresentada no caso de uso.

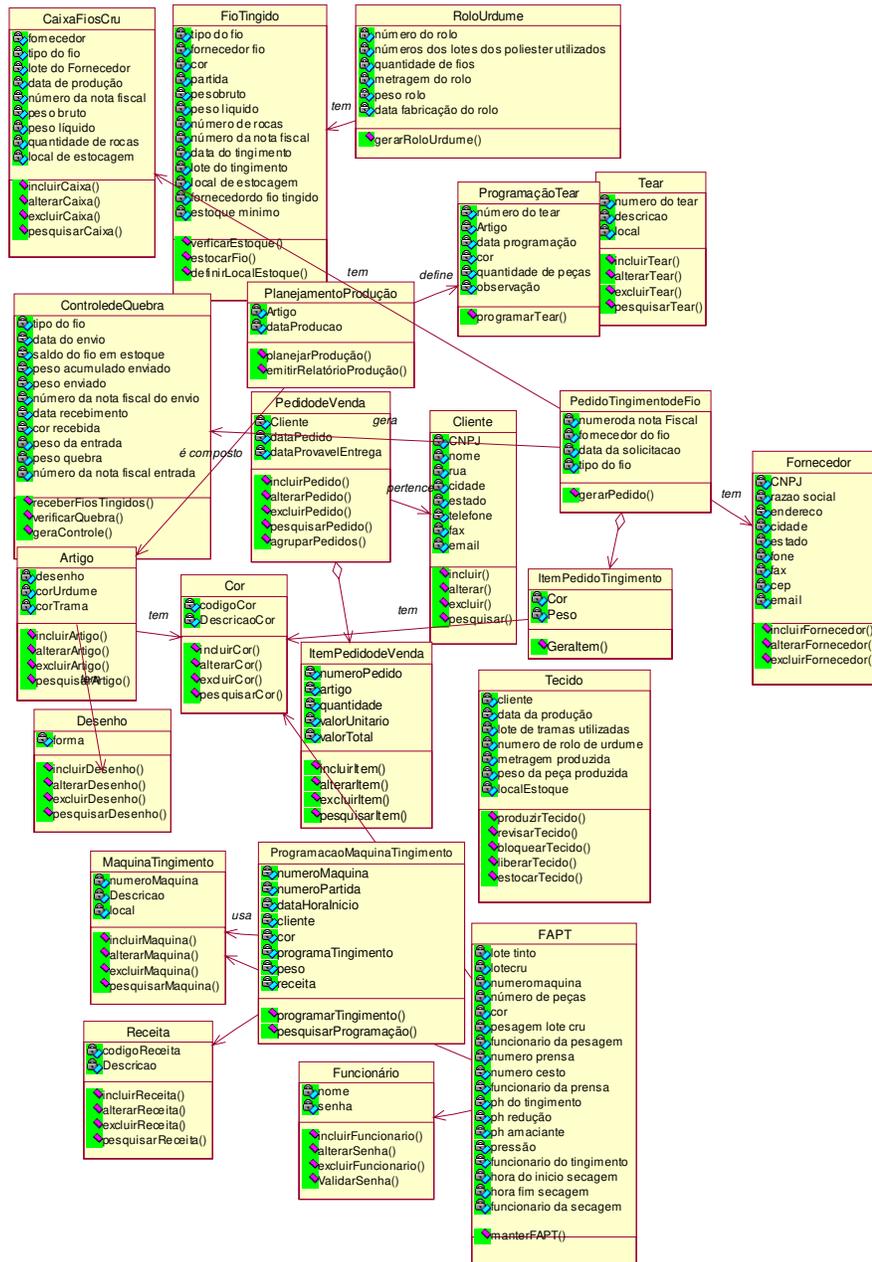


Figura 5.26. Diagrama de classes de negócios

A partir do caso de uso “Estocar Fio” é criado o diagrama de seqüência exibido na figura 5.27. Este diagrama relaciona, em ordem cronológica, as mensagens que serão enviadas para os objetos (instâncias das classes) para se executar a função prevista do caso de uso. No caso de uso “Estocar Fio” o almoxarife digita o local onde será armazenada a caixa na janela (tela) e em seguida é enviada uma mensagem incluirCaixa() para o objeto CaixaFiosCru para incluir a caixa de fios no estoque.

A partir do caso de uso “Enviar Fios para Tingimento” é gerado o diagrama de seqüência exibido na figura 5.28. Neste diagrama, o almoxarife digita dados do pedido de tingimento e, em seguida, é criado o pedido de tingimento com o envio de mensagem gerarPedido() para o objeto PedidoTingimentodeFio. Também é gerado o controle para verificação de quebra com o envio de mensagem geraControle() para o objeto ControledeQuebra.

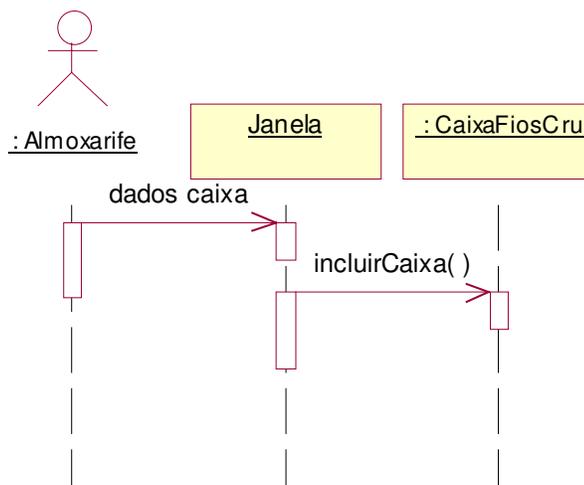


Figura 5.27. Diagrama de seqüência para o caso de uso “Estocar Fios”

O caso de uso “Receber Fios Tingidos” e suas extensões “Verificar Quebra” e “Estocar Fio Tingido” geram o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.29. O almoxarife digita os pesos recebidos na tela e, em seguida, são enviadas as mensagens receberFiosTingidos() e verificarQuebra() para o objeto ControledeQuebra. Na seqüência, são enviadas as mensagens definirLocalEstoque() e estocarFio() para o objeto FioTingido.

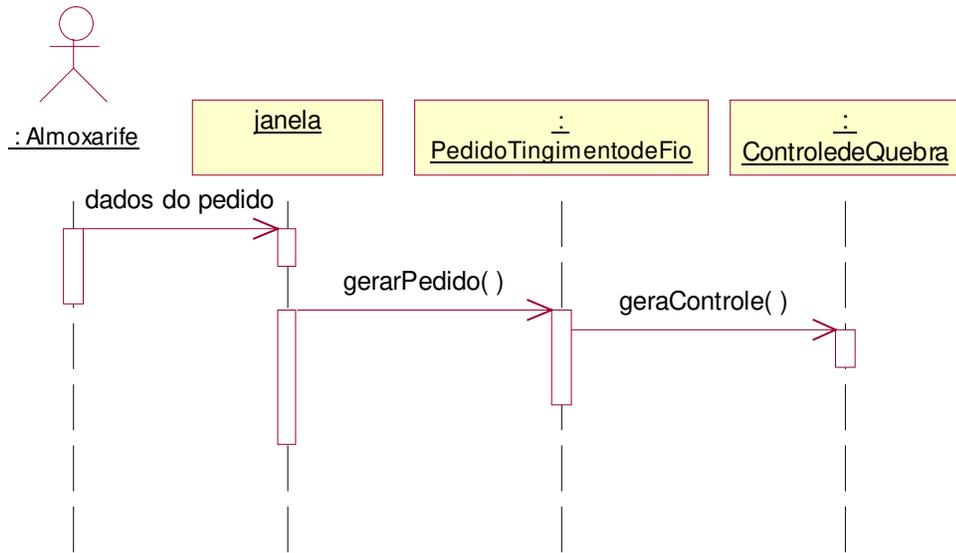


Figura 5.28. Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Enviar Fios para Tingimento”

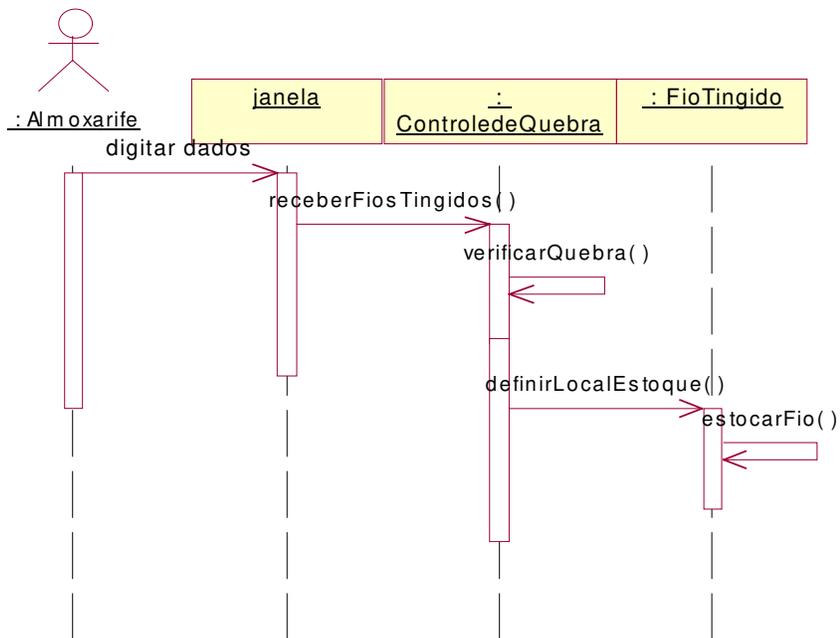


Figura 5.29. Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Receber Fios Tingidos”.

O caso de uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio” gera o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.30. A partir da solicitação da verificação é enviada a mensagem verificarEstoque() para o objeto FioTingido. Deve-se notar, que com a criação deste diagrama é descoberta mais uma operação que não estava definida, geraListagem(). Após a verificação do estoque emite uma listagem dos produtos que devem ser comprados.

A partir do caso de uso “Montar Urdume” é gerado o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.31. É informada a quantidade (peso) de fios tingidos que serão usados para montar o rolo de urdume. Em seguida, são enviadas as mensagens verificar Estoque() para o objeto fioTingido e gerarRoloUrdume() para o objeto RoloUrdume.

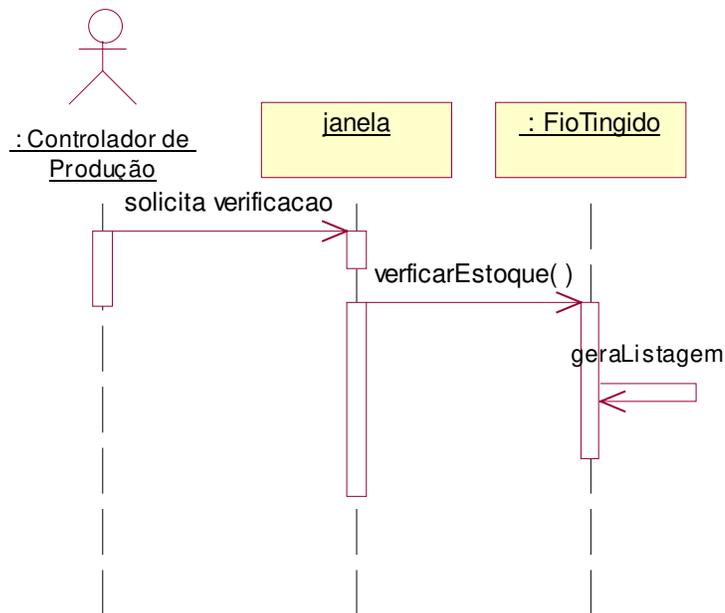


Figura 5.30. Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Verificar Necessidade de Tingimento de Fio”

O caso de uso “Receber Pedido de Venda” gera o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.32. Após a digitação dos dados do pedido de venda na tela, é enviada a mensagem pesquisar() para o objeto Cliente e, em seguida, é enviada a mensagem incluirPedido() para o

objeto PedidodeVenda. Para cada item pedido é verificada no objeto Artigo, através da operação pesquisarArtigo(), a existência do produto pedido e, em seguida, enviada a mensagem incluirItem() para o objeto ItemPedidodeVenda.

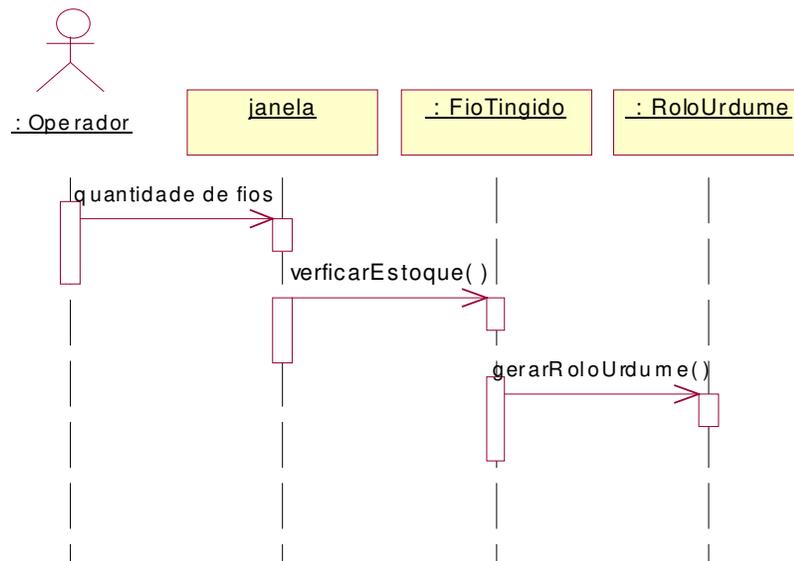


Figura 5.31. Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Montar Urdume”

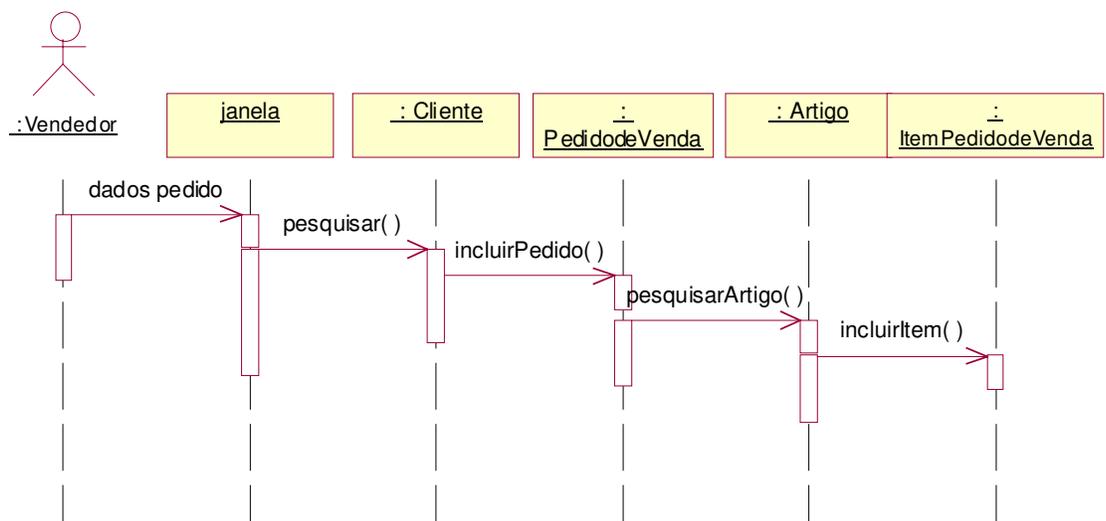


Figura 5.32. Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Receber Pedido de Venda”

A partir do caso de uso “Planejar Produção” é criado o diagrama de seqüência exibido na figura 5.33. O controlador de produção solicita o planejamento da produção e é enviada a mensagem planejarProdução() para o objeto PlanejamentoProdução, que, por sua vez, envia a mensagem pesquisarPedido para o objeto PedidodeVenda para verificar os pedidos que estão previstos para o período a ser planejado. Em seguida, são identificados os itens desses pedidos selecionados no objeto ItemPedidoVenda. Para cada item, por sua vez, é enviada a mensagem verificarEstoque() para o objeto “Fios Tingidos” para verificar se a quantidade de fios tingidos que há no estoque no momento atende às necessidades de produção e, em seguida, é enviada a mensagem gerarPedido para o objeto PedidoTingimentoFio com todos os tingimentos que serão necessários. Para finalizar, é emitido um relatório para a produção do que está definido para ser fabricado, enviando a mensagem emitirRelatórioProdução para o objeto PlanejamentoProdução.

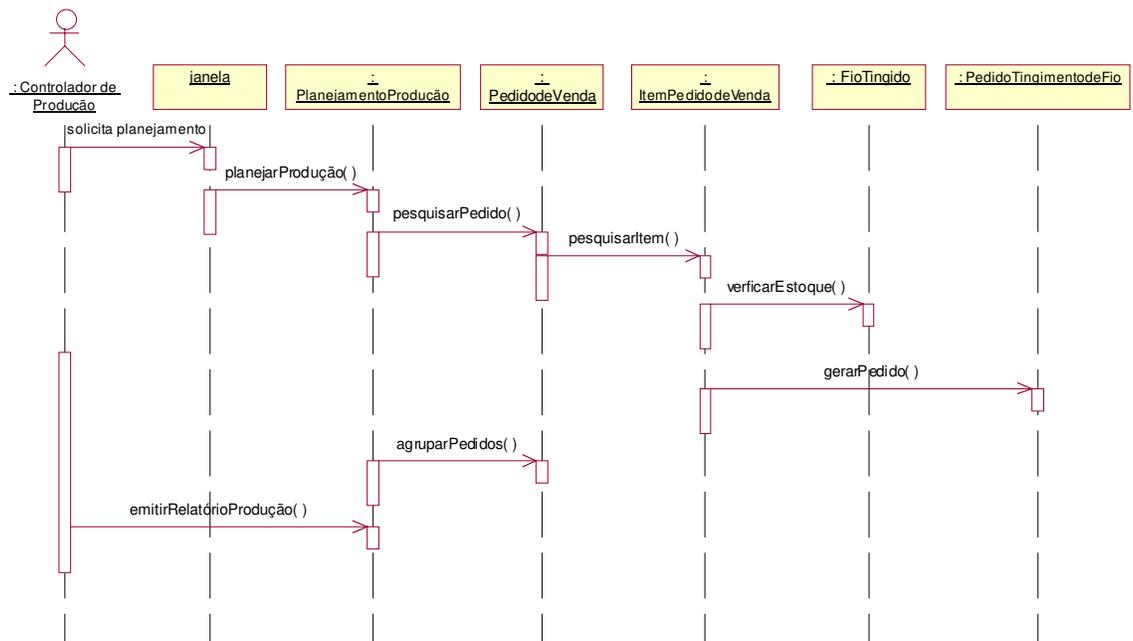


Figura 5.33. Diagrama de seqüência para o caso de uso “Planejar Produção”

A partir do caso de uso “Programar Tear” é gerado o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.34. O chefe de produção informa a data da produção e, em seguida, são agrupados os pedidos que estão planejados para produção em ordem de cor do urdume com o envio da mensagem agruparCorUrdume() para o objeto PlanejamentoProdução. A seguir, é enviada a mensagem pesquisarTear() para o objeto Tear para verificar as disponibilidades dos teares e a partir da disponibilidade é criada a programação do tear com o envio da mensagem programarTear().

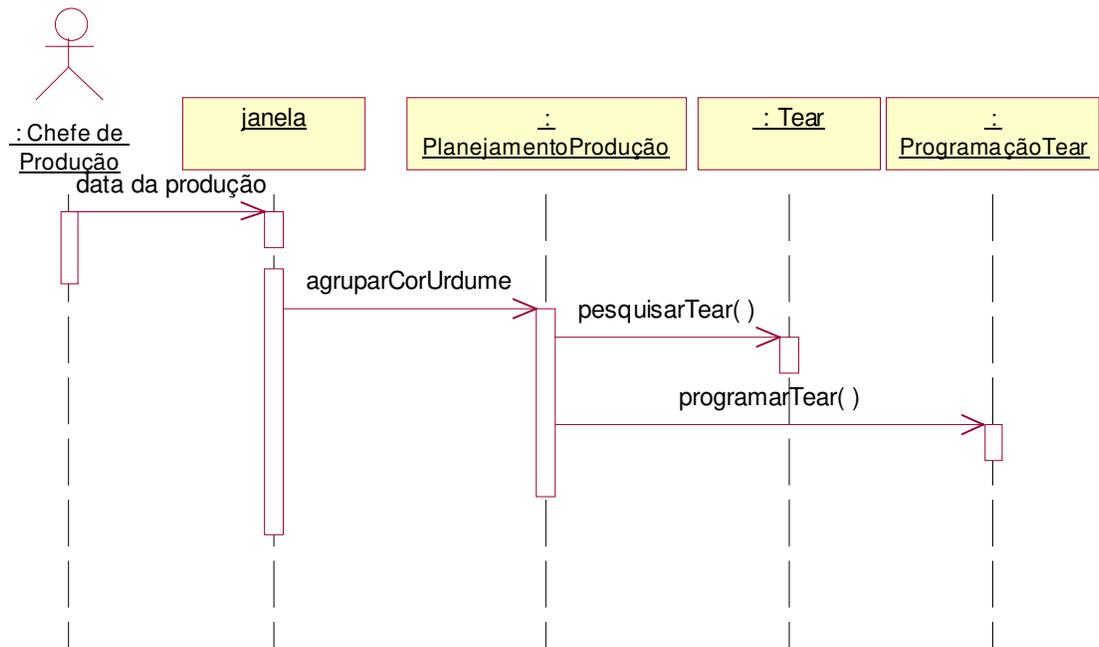


Figura 5.34. Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Programar Tear”

O caso de uso “Fabricar Tecido” cria o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.35. Com o início da produção é enviada a mensagem pesquisaProdução (nova operação descoberta a partir da criação do diagrama) para o objeto ProgramaçãoTear para verificar o que está definido para produzir no tear escolhido. Em seguida, é solicitada a trama e o rolo de urdume a serem utilizados com o envio das mensagens solicitaTrama() para o objeto FioTingido e solicitaRolo

para o objeto RoloUrdume e, quando o tear estiver preparado, será enviada a mensagem produzirTecido() para o objeto Tecido.

A partir do caso de uso “Revisar Tecido” é criado o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.36. Com a verificação visual do tecido é informada a situação final do tecido, enviando a mensagem revisarTecido(). Dependendo do resultado da revisão, o tecido pode ser bloqueado ou liberado no objeto Tecido.

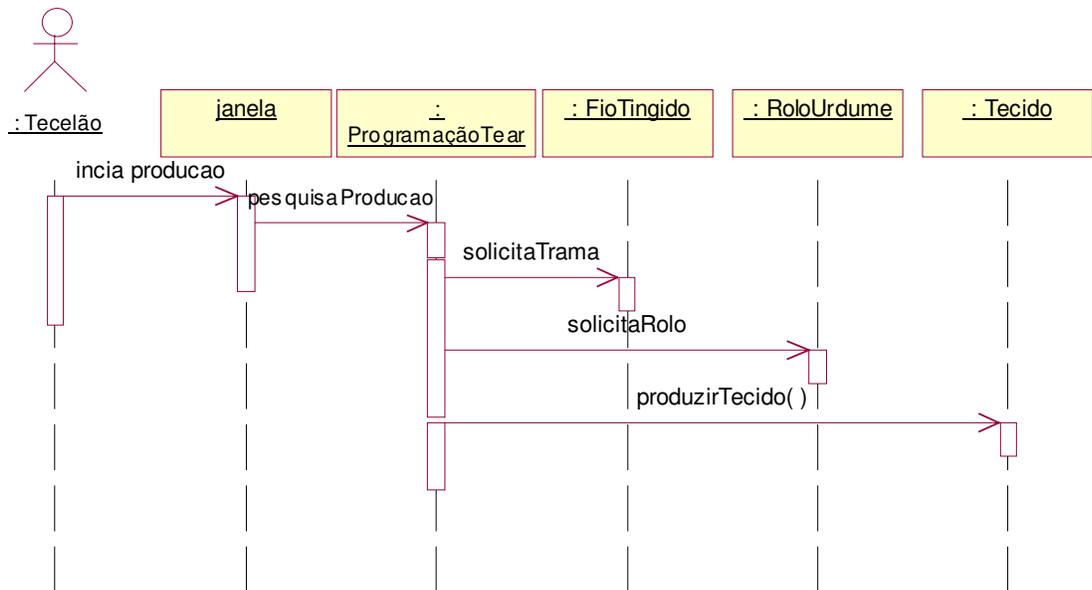


Figura 5.35. Diagrama de seqüência criado a partir do caso de uso “Fabricar Tecido”

O caso de uso “Estocar Tecido Acabado” gera o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.37. Com a liberação do tecido após a revisão, é enviada a mensagem estocarTecido() para o objeto Tecido, informando-se o local de armazenamento até a expedição.

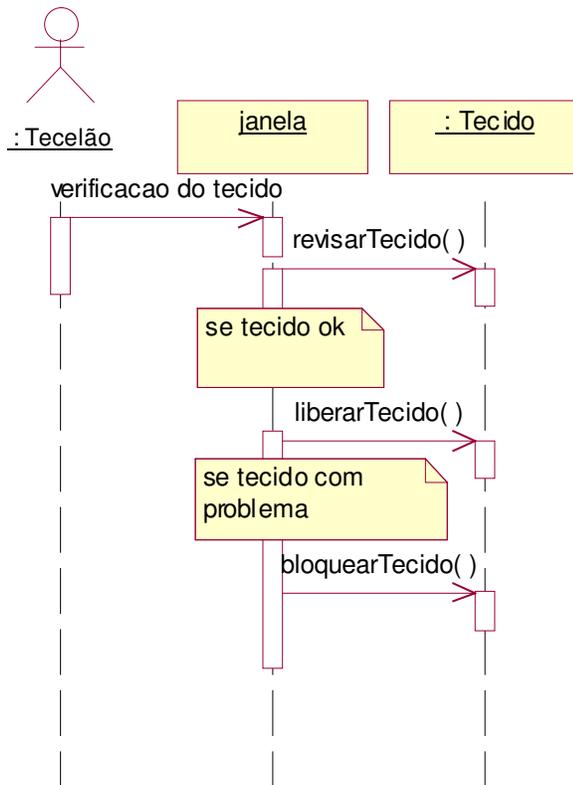


Figura 5.36. Diagrama de seqüência gerado a partir do caso de uso “Revisar Tecido”

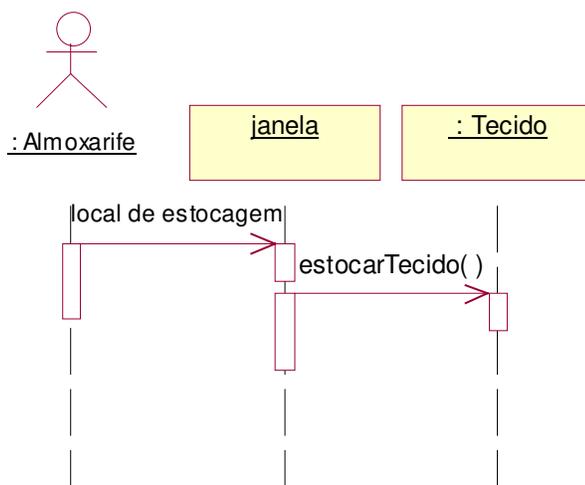


Figura 5.37. Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Estocar Tecido Acabado”

O caso de uso “Programar Máquina de Tingimento” gera o diagrama de seqüência demonstrado na figura 5.38. O programador pesquisa as máquinas de tingimento através da operação `pesquisarMáquina()` e verifica a receita a ser utilizada com a operação `pesquisarReceita()` e a programação existente com a operação `pesquisarProgramação()`. Com base nestas informações, envia a mensagem `programarTingimento()`. Deve-se notar que a operação `pesquisarProgramação()` foi incluída devido à necessidade descoberta por este diagrama de seqüência.

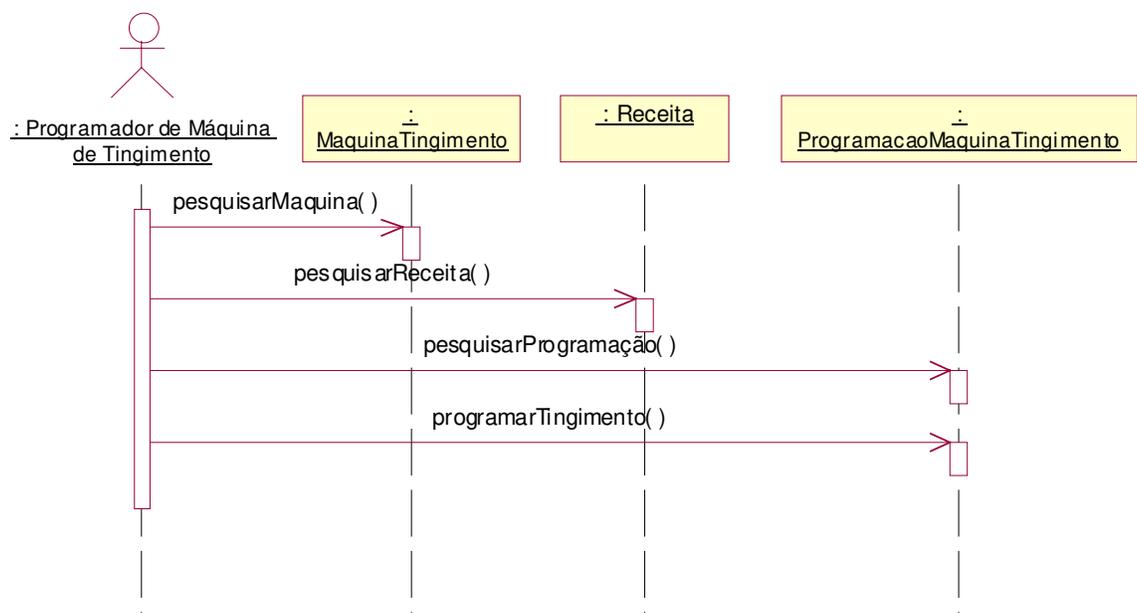


Figura 5.38. Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento”

O caso de uso “Manter FAPT” gera o diagrama de seqüência mostrado na figura 5.39. O funcionário que atualizar uma parte do FAPT é identificado a partir da mensagem `validarSenha()` e a atualização é realizada pela mensagem `manterFAPT()`.

Após geração de todos os diagramas de seqüência é realizada uma revisão dos três diagramas da UML utilizados (diagrama de casos de uso, diagrama de classes e diagramas de seqüência) para se verificar se estão compatíveis entre si.

Para cada caso de uso é criado um protótipo de tela para validação pelos usuários do sistema de informação a ser desenvolvido. Os protótipos de tela devem ser criados em um *software* que consiga gerá-los de maneira rápida e simples para que o usuário valide as informações apresentadas na tela antes da implementação do sistema de informação. Após a validação do usuário, deve ser convertido para o *software* em que será desenvolvido efetivamente. O *software* utilizado para a criação dos protótipos neste trabalho foi o *MS-Access 2000*.

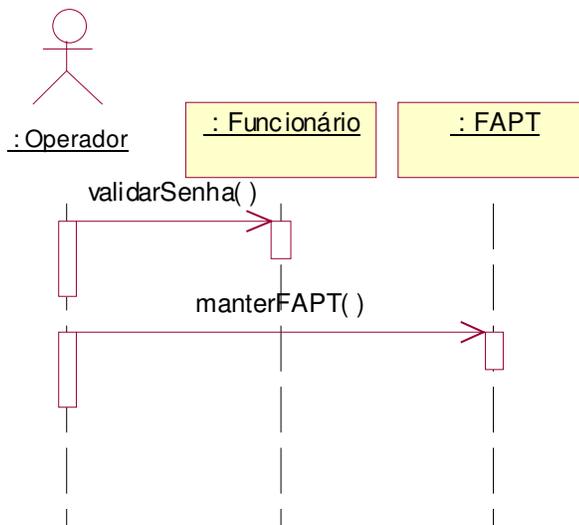


Figura 5.39. Diagrama de classe gerado a partir do caso de uso “Manter FAPT”

A Figura 5.40 mostra o protótipo de tela para o caso de uso “Estocar Fios”, com as seguintes informações a serem preenchidas: fornecedor do fio cru, tipo do fio (algodão ou poliéster), lote de produção do fornecedor, data da produção do lote, número da nota fiscal do fornecedor, peso bruto da caixa de fios de recebidos, peso líquido dos fios recebidos e quantidade de rocas.

O protótipo de tela do caso de Uso “Enviar Fios Tingimento” é mostrado na figura 5.41. Para o pedido de tingimento de fio são preenchidos os campos: número da nota fiscal, o

fornecedor do fio cru a ser tingido, a data da solicitação, tipo do fio (algodão ou poliéster) as cores e os pesos a serem tingidos.

Microsoft Access - [Estocar Fios Cru]

Fornecedor

tipoFio

loteFornecedor

dataProducao

numeroNotaFiscal

pesoBruto

pesoLiquido

quantidadeRocas

Modo

Figura 5.40. Protótipo de tela para o caso de uso “Estocar Fios”

Microsoft Access - [PedidoTingimentoFio]

numeroNotaFiscal

FornecedorFio

dataSolicitacao

tipoFio

Cores Pedidas

| Cor | Peso |
|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Registro: 1 de 1

Modo formulário

Figura 5.41. Protótipo de tela para o caso de uso “Enviar Fios para Tingimento”

O caso de uso “Receber Fios Tingidos” e suas extensões “Verificar Quebra” e “estocar Fio Tingido” têm o protótipo de tela mostrado na figura 5.42. São informados: o nome do fornecedor que tingiu o fio, o tipo do fio (algodão ou poliéster), código da cor, fornecedor do fio cru, número da partida no tingimento, peso bruto, peso líquido, número de rocas, número da nota fiscal do fornecedor que tingiu o fio cru, data do tingimento, lote do tingimento, local onde será estocado o fio tingido. Também é gerado automaticamente o controle de quebra (figura 5.43) com as informações: data do recebimento, cor recebida peso da entrada, peso com quebra e número da nota fiscal.

| | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| FornecedorTingimen | <input type="text"/> | loteTingimento | <input type="text"/> |
| tipoFio | <input type="text"/> | localestocagem | <input type="text"/> |
| Cor | <input type="text"/> | | |
| FornecedorFio Cru | <input type="text"/> | | |
| partida | <input type="text"/> | | |
| pesoBruto | <input type="text"/> | | |
| pesoLiquido | <input type="text"/> | | |
| numeroRocas | <input type="text"/> | | |
| numeroNotaFiscal | <input type="text"/> | | |
| dataTingimento | <input type="text"/> | | |

Modo Formulário

Figura 5.42. Protótipo de tela para o caso de uso “Receber Fios Tingidos”

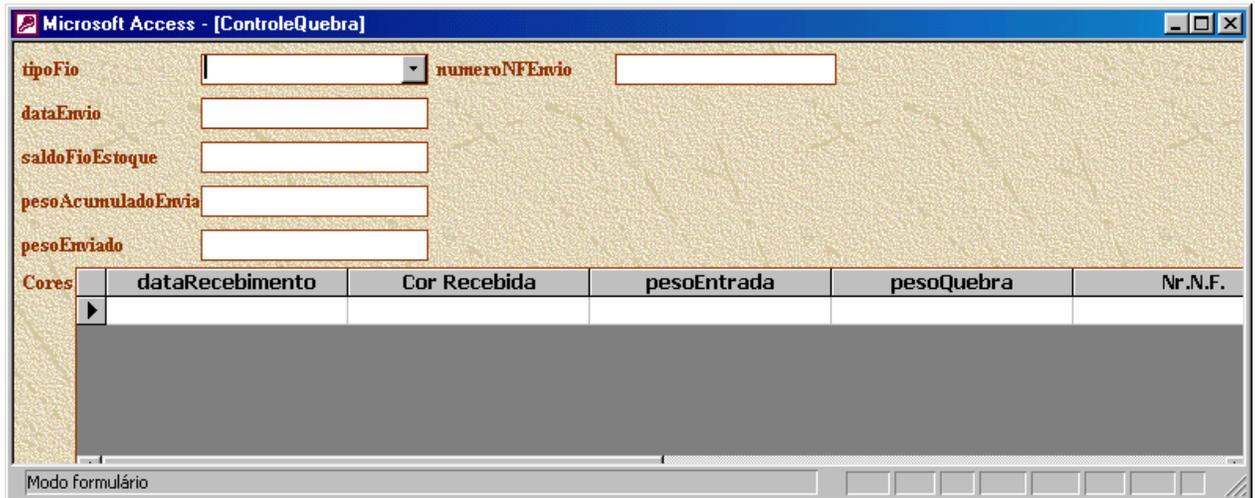


Figura 5.43. Protótipo de tela criada para a extensão de caso de uso “Verificar Quebra”

A figura 5.44 mostra o protótipo de tela criado a partir do caso de uso “Montar Urdume”. São informados: o número do rolo de urdume gerado, os números dos lotes tingidos utilizados, a quantidade de fios utilizadas para montar o rolo, a metragem do rolo, o peso do rolo e a data de fabricação do rolo.



Figura 5.44. Protótipo de tela gerado a partir do caso de uso “Montar Urdume”

O caso de uso “Receber Pedido de Venda” tem o protótipo de tela mostrado na figura 5.45. São informados: o número do pedido, o nome do cliente que realizou o pedido, a data do

pedido, a provável data de entrega e os itens do pedido contendo o artigo, a quantidade, o valor unitário e o valor total do item.

A partir do caso de uso “Planejar a produção” é gerada automaticamente a tela mostrada na figura 5.46. Com a análise dos pedidos de venda é gerado o planejamento de produção que pode ser alterado de acordo com a necessidade do controlador de produção, informando a data de produção, o artigo e a quantidade de peças a serem produzidas.

Microsoft Access - [PedidodeVenda]

Nr.Pedido

Cliente

dataPedido

dataProvavelEntrega

| Itens Pedidos | codigoArtigo | quantidade | Vr.Unitário | Vr.Total |
|---------------|--------------|------------|-------------|----------|
| ▶ | | | | |

Modo formulário

Figura 5.45. Protótipo de tela para o caso de uso “Receber Pedido de Venda”

Microsoft Access - [planejamentoProducao]

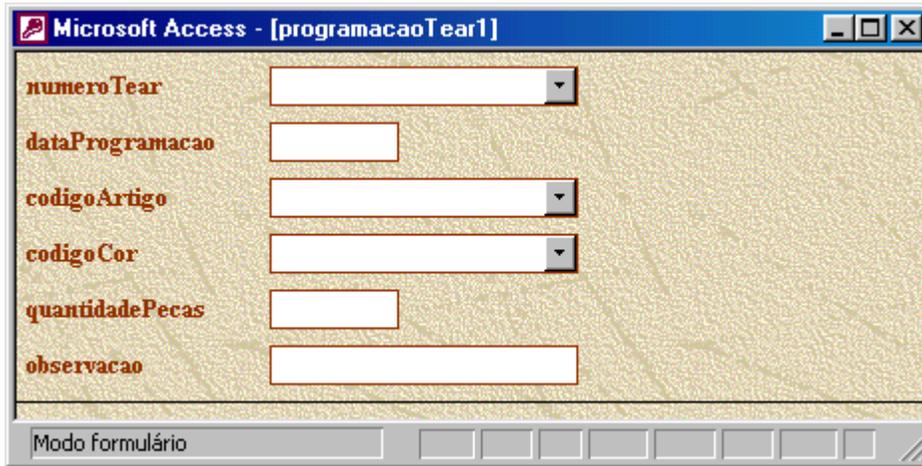
| dataProdução | codigoArtigo | numeroPecas |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

Modo formulário

Figura 5.46. Protótipo de tela para o caso de uso “Planejamento de Produção”

A partir do caso de uso “Programar Tear” é criada a tela protótipo demonstrada na figura 5.47. São informados o número do tear, a data da programação, o artigo a ser produzido, a cor

do urdume, a quantidade de peças e uma observação, caso necessária, sobre a produção no tear especificado.



O protótipo de tela é uma janela do Microsoft Access com o título "Microsoft Access - [programacaoTear1]". O formulário contém os seguintes campos:

- numero Tear**: Campo de texto com uma seta de seleção no canto inferior direito.
- dataProgramacao**: Campo de data.
- codigoArtigo**: Campo de texto com uma seta de seleção no canto inferior direito.
- codigoCor**: Campo de texto com uma seta de seleção no canto inferior direito.
- quantidadePecas**: Campo de texto.
- observacao**: Campo de texto.

Na base da janela, há uma barra de status com o texto "Modo formulário" e uma série de botões de navegação padrão do Access.

Figura 5.47. Protótipo de tela a partir do caso de uso “Programar Tear”

Os casos de uso “Fabricar Tecido”, “Revisar Tecido” e “Estocar Tecido Acabado” têm o protótipo de tela mostrado na figura 5.48, sendo informado o nome do cliente que receberá o tecido, data da produção do tecido, o artigo produzido, lotes de tramas utilizados, o número do rolo de urdume utilizado, metragem produzida, peso da peça produzida, o local onde será estocado até a expedição do produto e se o produto está liberado ou não, após a revisão do tecido produzido.

O caso de uso “Programar Máquina de Tingimento” tem o protótipo de tela apresentado na figura 5.49 sendo informado o número da máquina de tingimento, número de partida, data e a hora de início do tingimento, nome do cliente, cor a ser tinginda, programa de tingimento, peso e receita.

O caso de uso “Manter FAPT” tem o protótipo de tela apresentado na figura 5.50.

Com a aprovação dos protótipos de telas por parte do cliente, é realizada uma revisão nos diagramas de classe e seqüências, caso tenha ocorrido alguma modificação nas telas sugeridas.

O próximo passo é a confecção do último diagrama da UML utilizado neste método de trabalho que é o diagrama de componentes, que tem como principal finalidade demonstrar onde são encapsuladas as classes identificadas.

The image shows a screenshot of a Microsoft Access form window titled "Microsoft Access - [Tecido]". The form is designed with a light beige, textured background. It contains several data entry fields and a radio button group. The fields are labeled as follows:

- Cliente**: A dropdown menu.
- dataProdução**: A text box.
- Artigo**: A dropdown menu.
- loteTramasUtilizados**: A text box.
- Nr.RoloUrdume**: A text box.
- metragemProduzida**: A text box.
- pesoPecaProduzida**: A text box.
- localEstoque**: A text box.

Below these fields is a section labeled **Revisão** with two radio buttons: **Bloqueado** (which is selected) and **Liberado**. At the bottom of the form, there is a status bar that reads "Modo formulário" and a set of navigation buttons.

Figura 5.48. Protótipo de tela criado a partir dos casos de uso “Fabrica Tecido”, “Revisar Tecido” e “Estocar Tecido Acabado”

Microsoft Access - [Programacao Maquina Tingimento]

numero maquina

numero partida

data/hora do inicio

cliente

cor

Programa Tingimento

Peso

Receita

Modo formulário

Figura 5.49. Protótipo de tela criado a partir do caso de uso “Programar Máquina de Tingimento”

Microsoft Access - [FAPT]

Lote Tinto Lote Cru

Número Máquina

Cor

Pesagem

Pesagem Lote Cru

Funcionário Pesagem

Secagem

Hora Inicio Secagem

Hora Fim Secagem

Funcionário Secagem

Inspeção/Prensa

Número Prensa

Número Cesto

Funcionário Prensa

Tingimento

Ph Redução

Pressão

Ph amaciante

Funcionário tingime

Modo formulário

Figura 5.50. Protótipo de tela criado a partir do caso de uso “Manter FAPT”

No diagrama de componentes as classes são encapsuladas em componentes de acordo com a utilização no sistema a ser desenvolvido ou por negócios comuns entre as classes. O componente Fio tem as classes CaixaFiosCru, FioTingido, RoloUrdume, PedidoTingimento, ItemPedidoTingimento, Fornecedor e ControledeQuebra pois envolve os fios para a produção. O componente Planejamento é composto pelas classes PlanejamentoProdução, ProgramaçãoTear e Tear, pois são classes envolvidas em algum tipo de planejamento. O componente Produção é composto pelas classes PedidodeVenda, ItemPedidodeVenda, Artigo, Cor, Desenho e Tecido pois são classes envolvidas diretamente na produção do tecido. O componente Tingimento é composto pelas classes que são usadas no tingimento do fio de poliéster: MaquinaTingimento, ProgramacaoMaquinaTingimento, FAPT, Receita e Funcionário. A figura 5.51 mostra o diagrama de classes gerado.

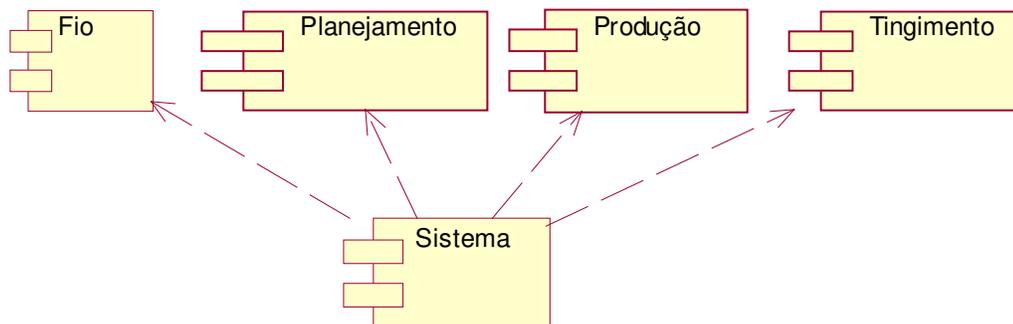


Figura 5.51. Diagrama de Componentes

Assim, neste capítulo foi utilizado o núcleo do método proposto: a sistemografia para o mapeamento dos processos envolvidos na produção de tecido *jacquard*, as técnicas da UML (diagramas de caso de uso, classes, seqüência e componentes) e os protótipos de telas do sistema de informação. No próximo capítulo será realizada a análise dos resultados obtidos.

6. Análise da aplicação do método projetado

Neste capítulo é analisada a aplicação do núcleo do método projetado, que é composto pelo sistemógrafo do processo envolvido, diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de seqüência e diagrama de componentes (Figura 6.1).

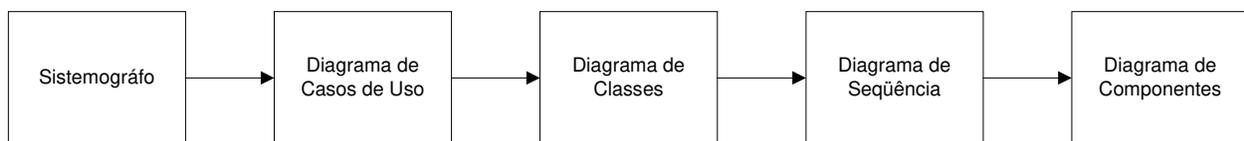


Figura 6.1. Núcleo do método proposto

Com a utilização do sistemógrafo para analisar as atividades envolvidas amplia-se a visão do processo, pois, tem-se uma visão geral e completa das atividades envolvidas para o controle de fios e o controle de produção de tecido.

Consegue-se ter a dimensão das atividades envolvidas, suas complexidades, seus requisitos e transformações (tabelas 6.1, 6.2 e 6.3). Verifica-se que as atividades envolvidas no controle de fios são atividades que, sem exceção, utilizam-se de informações de forma relevante para serem executadas. Esse é um sinal indicativo de que um sistema de informação tem grande probabilidade de aumentar a eficiência dessas atividades. Nota-se também que, para todas as atividades, o tempo é um fator relevante. Outro fator importante verificado é que o tipo Forma, isto é, a atividade que executou alguma transformação foi caracterizada em três das seis atividades do controle de fios e somente as atividades que estocam materiais não foram classificadas neste tipo.

Processos que tenham muitas atividades sem o tipo Forma devem ser analisados mais detalhadamente, pois suas atividades não estão agregando o valor necessário. Assim sendo, deve-se verificar a possibilidade de aglutinação ou até mesmo a eliminação de atividades.

Também devem receber uma maior atenção, atividades que sejam somente operacionais, que não se utilizam de informações para sua execução e nem tomem algum tipo de decisão, pois geralmente são atividades muito simples e estão sujeitas a eliminação ou aglutinação.

As atividades do controle de produção de tecido, a partir da análise dos sistemógrafos, são atividades mais complexas e com nível de transformação maior que as atividades do controle de fios, pois das sete atividades relacionadas cinco são de nível 5 e sofrem algum tipo de transformação. A atividade “P1 Receber Pedidos de Venda” deve ser analisada mais detalhadamente, pois é somente operacional, não há transformação e seu nível de complexidade destoa do resto do processo. Assim, ela tem chance de se aglutinar a outra atividade ou aumentar seus objetivos.

As atividades “P3-Verificar Necessidade de Tingimento de Fio”, do processo de controle de fios, e “P3-Verificar Estoque de Fios”, do processo de produção de tecido, têm descrições muito parecidas. Assim, pode-se estar evidenciando, um caso de duplicação de atividade.

Das nove atividades identificadas pelo sistemógrafo do controle de tingimento de fios de poliéster somente em uma não ocorre transformação (tipo Forma). Porém, dos três sistemógrafos analisados, é a que tem atividades com mais baixo nível de complexidade (quatro atividades são do nível 3), também merecem atenção para se verificar a possibilidade de aglutinação de atividades.

Tabela 6.1. Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de fios

| Processador | Operacional | Informacional | Decisional | Nível | Espaço | Tempo | Forma |
|---|-------------|---------------|------------|-------|--------|-------|-------|
| P1 Estocar Fio Algodão | X | X | | 4 | X | X | |
| P2 Estocar Fio Poliéster | X | X | | 4 | X | X | |
| P3 Verificar Necessidade de Tingimento do Fio | X | X | X | 5 | | X | X |
| P4 Verificar Quebra | X | X | | 4 | | X | X |
| P5 Estocar Fio Tingido | X | X | X | 5 | X | X | |
| P6 Montar Urdume | X | X | | 4 | X | X | X |

Tabela 6.2. Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de produção de tecido

| Processador | Operacional | Informacional | Decisional | Nível | Espaço | Tempo | Forma |
|------------------------------|-------------|---------------|------------|-------|--------|-------|-------|
| P1 Receber Pedidos de Venda | X | | | 3 | X | X | |
| P2 Planejar Produção | X | X | X | 5 | | X | X |
| P3 Verificar Estoque de Fios | X | X | X | 5 | | X | X |
| P4 Programar Tear | X | X | X | 5 | | X | X |
| P5 Fabricar Tecido | X | X | X | 5 | | X | X |
| P6 Revisar Tecido | X | X | X | 5 | | X | X |
| P7 Estocar Tecido Acabado | X | X | | 4 | X | X | |

Tabela 6.3. Atividades analisadas pelo sistemógrafo do controle de tingimento de fio de poliester

| Processador | Operacional | Informacional | Decisional | Nível | Espaço | Tempo | Forma |
|---------------------------|-------------|---------------|------------|-------|--------|-------|-------|
| P1 Programar Máquina | X | X | X | 5 | | X | X |
| P2 Pesar Lote Cru | X | | | 3 | | X | |
| P3 Inspeccionar e Prensar | X | | | 3 | X | X | X |
| P4 Checar Receita | | X | X | 5 | | X | X |
| P5 Preparar Corante | X | X | | 4 | | X | X |
| P6 Tingir Fio | X | X | | 4 | | X | X |
| P7 Secar | X | | | 3 | | X | X |
| P8 Verificar Qualidade | X | X | X | 5 | | X | X |
| P9 Embalar | X | | | 3 | X | X | X |

O sistemógrafo, além de ter a função de mapear as atividades, também sinaliza para possíveis mudanças nos processos. Para processos que envolvam muitas atividades, o sistemógrafo facilita o entendimento e principalmente, através de suas classificações, mostra possíveis alterações.

Após a identificação e do entendimento das atividades envolvidas nos processos de controle de fios, controle de produção de tecido e controle de tingimento de fios de poliéster, é definido o que será automatizado com a criação do diagrama de casos de uso. Nesta etapa do método, ocorre a associação da engenharia de sistemas com a engenharia de *software*.

Todas as atividades mapeadas no sistemógrafo foram analisadas e verificou-se que todas podem, parcialmente ou totalmente, ser informatizadas. A função do diagrama de casos de uso exibido no capítulo 5, foi mostrar, de maneira clara, quais atividades serão informatizadas. É importante notar que somente foi possível saber o que vai ser informatizado a partir do entendimento completo dos processos e suas atividades, independentemente de sua complexidade.

A descrição vaga das atividades terá um produto vago, e novamente o papel do sistemógrafo é destacado para se ter a certeza de que não faltaram atividades ou se há atividades ocultas ou duplicadas no processo, que somente seriam identificadas em uma fase final, acarretando novos trabalhos e atrasos no projeto.

A criação do diagrama de casos de uso a partir dos sistemógrafos foi realizada de maneira rápida e natural, pois problemas do fluxo de trabalho e informações necessárias para a execução das atividades foram identificados e resolvidos pelos sistemógrafos. Assim, o diagrama de casos de uso faz o papel de um filtro selecionando o que será informatizado.

Deve-se notar que esta associação entre o sistemógrafo e os casos de uso tem como objetivo reduzir os riscos apresentados no capítulo 2, de se ter projetos fracassados pelo mau entendimento dos requisitos do projeto.

A etapa seguinte, dentro do enfoque orientado a objetos do método projetado, foi gerar o diagrama de classes a partir do diagrama e das descrições dos casos de uso. Tomando-se como base os casos de uso, foram identificadas as classes a serem utilizadas para o desenvolvimento do sistema de informação. Caso não houvesse sido seguido este roteiro, a descoberta das classes seria realizada mais pela experiência do engenheiro de sistemas do que pelas técnicas da engenharia de *software*, podendo ocasionar problemas no decorrer do desenvolvimento. Para todas as classes existentes no diagrama de classes do sistema de informação, sabe-se de onde surgiram, ou seja, qual o caso de uso e a atividade do sistemógrafo que a originou.

Após a identificação das classes a serem utilizadas, foram criados, para cada caso de uso, os diagramas de seqüência, cada um mostrando o fluxo das mensagens enviadas pelos objetos que são utilizados naquela interação com o sistema. Este diagrama foi utilizado para se verificar se faltou alguma operação e também orienta o programador para a produção dos programas de computador utilizados. A conexão entre sistemógrafo, diagrama de casos de uso e diagrama de seqüência, ajudou a área de programação (simulada) a entender com maior facilidade o que deveria ser realizado, pois além de codificar um programa, sabe-se de onde foi originado e qual sua função no processo como um todo.

Outro fator importante verificado é que os protótipos de telas a partir dos casos de uso auxiliaram o usuário do sistema de informação a entender o que será o sistema e, principalmente, sugerir modificações antes da implementação definitiva.

O tempo utilizado na simulação do núcleo do método foi de cento e quarenta e uma horas, distribuídas em:

- mapeamento dos processos: o tempo utilizado foi de quarenta horas, constando quatro entrevistas em empresas e a criação, classificação e revisão dos sistemógrafos;
- diagrama de casos de uso: o tempo utilizado foi de dezesseis horas, constando confecção e revisão do diagrama e de suas descrição;
- diagrama de classes: o tempo utilizado foi de quarenta horas, englobando a confecção e revisão do diagrama;
- diagrama de seqüência: o tempo utilizado foi de quarenta horas, englobando a confecção e a revisão do diagramas de seqüência e de classes e
- protótipos de telas: o tempo utilizado para a confecção dos protótipos em *MS-Access* foi de cinco horas.

Verificou-se que a classificação de qualquer atividade do sistemógrafo depende da experiência prévia do engenheiro de sistemas, ou seja, diferentes engenheiros de sistemas podem definir diferentes classificações para as mesmas atividades apresentadas por um sistemógrafo, levando a uma falta de padronização na classificação das atividades.

O núcleo do método projetado levou ao controle completo das atividades, não permitindo desvios, para o desenvolvimento do sistema de informação. O método simulado não teve somente um papel burocrático de controlar o desenvolvimento, mas também, cada passo definido teve um objetivo claro e que é a entrada para o passo seguinte. No próximo capítulo, baseadas na análise dos resultados da simulação do método projetado, são apresentadas as conclusões do trabalho.

7. Conclusões e propostas de novos trabalhos

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais sobre o método projetado e também novos trabalhos são sugeridos na linha de pesquisa sobre mapeamento e reorganização de processos.

7.1 Conclusões

Apoiado na avaliação do método projetado é possível extrair as seguintes conclusões:

- 1) o método proposto integra o mapeamento e a reorganização de processos (fase 2) com o desenvolvimento de sistemas de informação (fase 3), por meio da sistemografia e da utilização das técnicas da UML;
- 2) a análise de requisitos do sistema de informação tornou-se mais objetiva com a inclusão da sistemografia no método projetado. As informações necessárias são encontradas em um único lugar (sistemógrafo) reduzindo a perda de informações e conseqüentemente aumentando a probabilidade de sucesso do projeto;

- 3) a simplicidade do método é constatada a partir do seu núcleo central, que utiliza:
 - a. a sistemografia para identificar as atividades;
 - b. o diagrama de casos de uso, baseado nas descrições das atividades apresentadas pelos sistemógrafos, para definir o que será informatizado;
 - c. o diagrama de classes, baseado nas descrições dos casos de uso, para definir as classes que serão utilizadas no desenvolvimento do sistema de informação;
 - d. os diagramas de seqüência e os protótipos de telas para verificar se as classes estão completas e
 - e. o diagrama de componentes para definir a forma em que as classes serão encapsuladas.
- 4) o método projetado não é um mero conjunto de atividades de preenchimento de formulários, tem uma seqüência lógica e simples; cada atividade tem sua finalidade e seu resultado é o início da próxima atividade;
- 5) o método projetado capacita o engenheiro de sistemas a trabalhar na reorganização de processos e no desenvolvimento de sistemas de informação;

- 6) com a utilização da sistemografia é possível identificar com maior facilidade atividades que podem ser eliminadas ou aglutinadas por meio das descrições e classificações da atividades e
- 7) o fator chave para o desenvolvimento do sistema de informação é o conjunto de descrições dos casos de uso, que é gerado a partir dos sistemógrafos do controle de fios, do controle de produção de tecido e do controle de tingimento de fios, pois seguindo o enfoque orientado a objetos, a partir destas descrições é que são encontrados os objetos que são utilizados até o final do projeto.

7.2 Propostas de novos trabalhos

A proposta de utilização de uma técnica de mapeamento, entendimento e reorganização de processos associada ao desenvolvimento de sistemas de informação amplia a discussão sobre os requisitos necessários para a associação da engenharia de sistemas e a engenharia de *software*. Sugerem-se diversos trabalhos nesta linha:

1. Realizar um estudo detalhado comparando o resultado da reorganização de uma empresa a partir da utilização de um sistema ERP com o resultado da utilização da sistemografia;
2. Aperfeiçoar a sistemografia, em sua parte de classificação, para que seja cada vez menos dependente da experiência do engenheiro de sistemas;

3. Desenvolver uma técnica para criação automática dos casos de uso a partir das atividades apresentadas no sistemógrafo, levando em consideração substantivos, verbos e adjetivos e
4. Propor a associação definitiva da sistemografia com a UML para desenvolvimentos de sistemas de informação.

Referências bibliográficas

AALST, W. . Loosely coupled interorganizational workflows: modeling and analyzing workflows crossing organizational boundaries. **Information & Management**, Breukelen, v.37, p.67-75, 2000.

ANG, J.; SUM.C.; YEO. L. A multiple-case design methodology for studying MRP success and CSFs. **Information & Management**, Breukelen, v.39, p.271-281, 2002.

AKKERMANS, H.; HELDEN, K.; Vicious and virtuous cycles in ERP implementation: a case study of interrelations between critical success factors. **European Journal of Information Systems**, v.11, *issue* 1, p.35-46, 2002.

ALMENDROS-JIMENEZ, J.M.; GONZALEZ-JIMENEZ, L. . Bases for the development of LAST: a formal method for business software requirements specifications. **Information and Software Technology**, v.44, p.65-75, 2002.

ALBERTIN, Alberto L. . Valor estratégico dos projetos de tecnologia de informação. **RAE – Revista de Administração de Empresas – FGV**, São Paulo, v.41, n.3, p.42-50, 2001.

ALVAREZ, Rosío. Confessions of an information worker: a critical analysis of information requirements discourse. **Information and Organization**, v.12, p.85-107, 2002.

ANDERSEN,B., **Business process improvement toolbox**, Milwaukee,Wisc., ASQ, 1999, 233p.

BERTALANFFY, L.V., **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis, Editora Vozes, 1968, 351p.

BOOCH, Grady, Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar. **UML Guia do usuário**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2000.

BLANCHARD, B.S., **System Engineering Management**. New York, J.Wiley, 1997, 504p.

BRESCIANI, FILHO Ettore, D'OTTAVIANO, Itala Maria Loffredo. **Conceitos básicos de sistêmica**. Auto-Organização: Estudos Interdisciplinares, Campinas: CLE / Unicamp, v.2, p.283-306, 2000.

BRESCIANI, FILHO, Ettore. Método de estudo de sistema -sistemografia. **Revista do Instituto de Informática da Puc-Campinas**. Campinas. v.1, n.1, 2001. Disponível em <www.ii.puc-campinas.br/revistaeletronica>, acesso em 20/08/2002.

BRESCIANI, Renato. **Sistema de qualidade de uma empresa industrial**. FEM-Unicamp, 1997. 180p. Dissertação (mestrado).

CA, Computers Associates. Site da empresa Computers Associates. Disponível em <www.ca.com> , acesso em 10/06/2002.

CARVALHO, Ariadne M.B.R., Chiossi, Thelma C.S.. **Introdução à engenharia de software**. Campinas, Editora da Unicamp, 2001, 148p.

CHANGCHIEN, S.; SHEN,H. Supply chain reengineering using a core process analysis matrix and object-oriented simulation. **Information & Management**, Breukelen, v.39, p.345-358, 2002.

CHALMETA, Ricardo; CAMPOS, Christina; GRANGEL, Reyes. References architectures for enterprise integration. **The Journal of Systems and Software**, v.57, n. 3, p.175-191, 2001.

CHESTNUT, H.. **Systems Engineering Methods**, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1967, 392p.

CORDER, Solange M.. **Industria têxtil: inovações tecnológicas e impactos sobre as qualificações dos trabalhadores**. Campinas: IG-Unicamp. 1994. 136p. Dissertação (Mestrado).

CÔRTEZ, Mario Lúcio, Chiossi, Thelma C.S., **Modelos de qualidade de software**, Campinas, Editora da Unicamp, 2001, 148p.

DAVIS, William S., **Análise e projeto de sistemas**, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1987, 380p.

DAVIS, Margareth R.; WECKLER, David. **A practical guide to organization design**. New York, Crisp Publications, 1996, 388p.

DAVENPORT, Thomas. **Reengenharia de processos**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1994, 408p.

ERNST&YOUNG. **Metodologia PER para implantação SAP**. Manual da empresa Ernst&Young, 1997, 100p.

EVA, M.. Requirements acquisition for rapid applications development. **Information & Management**, Breukelen, v.39, p.101-107, 2001.

FOWLER, Martin ; SCOTT, Kendall. **UML essencial**. Porto Alegre, Bookman, 2000, 169p.

FOK, L.; FOK, W.; HARTMAN, S. Exploring the relationship between total quality management and information systems development. **Information & Management**, Breukelen, v.4, n.38, p.355-371, 2001.

FURLAN, José Davi. **Modelagem de objetos através da UML**. São Paulo, Makron Books, 1998, 329p.

FURLAN, José Davi. **Modelagem de negócios**. São Paulo, Makron Books, 1997, 161p.

GANE, Cris; SARSON, Trish. **Análise estruturada de sistema**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1979, 257p.

GAY, L.R.; DIEBL, P.L. **Research Methods for Business and Management**. New York, Macmillan, 1992.

GILLIBRAND, David. Essential business object design, **Communications of the ACM**, New York, v.43, n.2, pp.117-119, Feb, 2000.

GLASS, R.L.; VESSEY, I.; RAMESH, V. . Research in software engineering: an analysis of the literature. **Information and Software Technology**, v.44, p.491-506, 2002.

GONÇALVES, José E.L. As empresas são grandes coleções de processos. **R.A.E. – Revista de Administração de Empresas – FGV**, São Paulo, v.40, n.1, pp.6-19, Jan/Mar 2000a.

GONÇALVES, José E.L. Processos, que processos?. **R.A.E. – Revista de Administração de Empresas – FGV**, São Paulo, v.40, n.1, pp.8-19, Out/Dez 2000b.

GOOLD, Michael. CAMPBELL, Andrew. Well-designed organization?. **Harvard Business Review**, Boulder, v.80, n.3, p.117-124, 2002.

GRANT, Delvin. A wider view of business process reengineering. **Communications of the ACM**, New York, v.45, n.2, 2002.

HAMMER, Michael. The super efficient company. **Harvard Business Review**, Boulder, v.79, n.8, p.82-93, 2001.

HARRINGTON, H.J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo, Makron Books, 1993, 343p.

HARRINGTON, H.J. **Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York, McGraw-Hill, 1997.

HEUSINKVELD, S.; BENDERS, J.. Surge and sediments: shaping the reception of reengineering. **Information & Management**, Breukelen, v.38, p.239-251, 2001.

HONG, K.; KIM, Y. . The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective. **Information & Management**, Breukelen, v.40, p.25-40, 2002.

HULL, M. ; TAYLOR, P.; HANNA, J.; MILLER, R. . Software development process – an assessment. **Information and Software Technology**, v.44, p.1-12, 2002.

IBM, **Site da IBM Inc.** Disponível em <www.ibm.com.br/wsminformatica/IDEF0.htm>, acesso em 12/05/2002.

IDEF, **Site da IDEF.** Disponível em <www.idef.com>, acesso em 12/05/2002.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Engenharia de sistemas: planejamento e controle de projetos.** Petrópolis, Editora Vozes, 1972, 307p.

ISODA, I. Object-oriented real-world modeling revised. **The Journal of System and Software**, v.59, n.2, 2001.

JAPIASSU, Hilton; Marcondes, Danilo. **Dicionário básico de filosofia.** Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1989, 265p.

JOHANNSESSON, P.; PERJONS, E.. Design principles for process modeling in enterprise application integration. **Information Systems**, v. 26, p.165-184, 2001.

JONES, Keith A. **Automated software quality measurement.** New York, VNR Computer Library, 1993, 420p.

JOHNSON, Richard A. The ups and downs of object-oriented systems development. **Communications of ACM**, New York, v.43, n.10, October 2000.

KETTINGER, W.; TENG, J.; GUSHA, S. . Business process change: a study of methodologies, techniques, and tools. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v.21, n.1, p.55-80, 1997.

KETTINGER, W.; TENG, J. . Business process change in the 21st. century. **Business & Economic Review**, v.46, n.2, p.14-19. 2000.

KINTSCHNER, Fernando E., **Metodologia de reestruturação de área de administração de materiais em empresa industrial**, Campinas, II-Puc, 1998. Dissertação de Mestrado..

KUMAR, Ram. Managing risk in IT projects: an options perspective. **Information & management**, Breukelen, v.40, p.63-74, 2002.

LARMAN, Craig, **Utilizando UML e padrões**. Porto Alegre, Bookman, 2000, 492p.

LE MOINGE, **La modélisation des systèmes complexes**. Paris, Editora Dunod, 1990.

LI, W.; ETZKORN, L.; DAVIS , C.; TALBURT, J. . An empirical study of object-oriented system evolution. **Information and Software Technology**, v.42, n.6, p.373-381, 2000.

LIMA, Jorge J. **Gerenciamento da qualidade no processo de fabricação**. Rio de Janeiro, SENAI/CETIQT, 1995, 102p.

LIN, W.; SHAO, B. The relationship between user participation and system success: a simultaneous contingency approach. **Information & Management**, Breukelen, v.37, p.283-295, 2000.

MALHOTRA, Yogesh. Business process: na Overview. **IEEE Engineering Management Review**, v.26, n.3, Fall, 1998.

MANO, Eloisa B. **Introdução a polímeros**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1994, 112p.

MAYER, Richard J., MENZEL, Christopher. **Information integration for concurrent engineering (Iice) IDEF3 process description capture method report**. Texas, Knowledge Based Systems, Incorporated, 1995, 205p.

MEYERSON, Debra E. Radical change, the quiet way. **Harvard Business Review**, Boulder. v.79, n.9, p.92-104, 2001.

MENASCÉ, Daniel A.; GOMAA, Hassan. A method for design and performance modeling of client/server systems. **IEEE Transactions on software Engineering**, v.26, n.11, p.1066-1085, November, 2000.

NUMA, Núcleo de Manufatura Avançada -Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Disponível em <www.numa.org.br/transmeth/ferramentas/ffmapeam.htm>, acesso em: em 20/05/2002.

PHALP, Keith; MARTIN, Shepperd. Quantitative analysis of static models of process. **The Journal of Systems and Software**, v.52, pp.105-112, 2000.

PAULA FILHO, Wilson. **Engenharia de software fundamentos, métodos e padrões**. Rio de Janeiro, LTC, 2001, 584p

POSTON, Robin; GRABSKI, Severin. Financial impacts of enterprise resource planning implementations. **International Journal of Accounting Information Systems**, v.2, p.271-294, 2001.

PRATES, Maurício. Conceituação de Sistemas de Informação do Ponto de Vista Gerencial. **Revista do Instituto de Informática PUC**, Campinas, v. 2, n. 1, p.7-12, 1994.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. São Paulo, Makron Books, 3a edição, 1995, 1056p.

PRESSMAN, Roger S. **Software engineering – A practitioner’s approach** New York, McGraw Hill, 5a edição, 2001, 843p.

PROCACCINO, J. Drew; VERNER, June M.; OVERMYER, Scott; DARTER, Marvin. Case study: factors for early prediction of software development success. **Information and Software Technology**, v.44, p.53-63, 2002.

RANGANATHAN, C.; DHALIWAL, J.. A survey of business process reengineering practices in Singapore. **Information & Management**, Breukelen, v39, p.125-134, 2001.

REED, Paul R. **Desenvolvendo aplicativos com Visual Basic e UML**. São Paulo, Makron Books, 2000, 462p.

RUMBAUGH, James. **Modelagem e projetos baseados em objetos**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1994, 672p.

SCHEER, August-Wilhelm; Habermann, Frank. Using business process models to achieve positive results. **Communications of the ACM**, New York, v43, n.4, 2000.

SHODERBEK, Shoderbek. **Management System – Conceptual Considerations**. BPI IRWIN, 1990, p.5-32.

SCHORLING, S.; RINE, D.. A methodology for designing toolkits for specification level verification of interval-constrained information systems requirements. **Information and Software Technology**, v.44, p.77-90, 2002.

SEILHEIMER, Steven D., Information management during systems development: a model for improvement in productivity. **International Journal of Information Management**, Cambridge, v.20, n.4, p287-295, august 2000.

SENAI/CETIQT. **Introdução a tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro, SENAI.CETIQT, 1994, 2v. 130p.

SHANMUGAM, Raj; FORCHT, Karen ; BUSING, Michael E.. SAP R/3: A reengineering tool at Tenneco, Inc.. **Journal of Computer Information Systems**, Oklahoma, v.XXXI, n.I. Fall 2000.

SOARES, Virginia M.S.; CONSENZA, Orlando .N.; GOMES, Carlos F.S.. Técnicas Qualitativas e “*soft systems methodology*” aliadas ao enfoque sistêmico. **Revista de Administração USP**, São Paulo, v.36 ,n.3, p.100-107, julho/setembro 2001.

WELLS, Michael G. Business process re-engineering implementations using internet technology. **Business Process Management Journal**, v.6 , n.2, p.164-179, 2000.

WU, I. A model for implementing BPR based on strategic perspectives: an empirical study. **Information & Management**, Breukelen, v.39, p.313-324, 2002.

YEH, Q.; TSAI,C.. Two conflict potentials during IS development. **Information & Management**, Breukelen, v.39, p.135-149, 2001.

YORDON, Edward e CONSTANTINE, Larry L. **Projeto estruturado de sistema**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1990, 568p.

YU, Eric S.K.; MYLOPOULOS, John; LESPERANCE, Yves. Models for business process reengineering. **IEEE Expert**, p.16-23, August 1996.

Glossário

Conicaleiras: máquina responsável para bobinas os fios das espulas para os cones.

Cops: espécie de cones utilizados para embalar os fios de poliéster.

Engrupagem: é uma operação que consiste na emenda dos fios de um novo rolo aos fios de um urdume que chegou ao final.

Espulas: são cilindros de madeira, onde no processo final de fiação, os fios são enrolados, para posteriormente serem bobinados em cones.

Espuladeira: na espuladeira é elaborada a trama, onde os fios são enrolados em espulas especiais para serem introduzidos no tear.

Lamelas: são pequenas lâminas metálicas componentes de um mecanismo denominado de guarda-urdume, cuja finalidade é desligar o tear, quando do rompimento de algum fio de urdume, preservando a qualidade do tecido.

Liços: os liços têm por função movimentar e guiar os fios de urdume no tear.

Maçaroqueira: máquina responsável pela estiragem e torção de fios de algodão.

Pente: o pente possui a função de manter os fios de urdume desembaraçados.

Trama: grupo de fios que é inserido entre os fios de urdume de forma a entrelaçá-los, dando origem ao tecido.

Urdume: grupo de fios paralelos que se mantém esticados durante o processo de tecelagem.