

UNIVERSIDADE MACKENZIE

**SISTEMAS *WORKFLOW* EM PROCESSOS EMPRESARIAIS,
APLICANDO TÉCNICAS DE PROCESSOS PRODUTIVOS
FABRIS E
MODELAGEM EM REDES DE PETRI**

LY FREITAS FILHO

São Paulo

2000

UNIVERSIDADE MACKENZIE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA ELÉTRICA

SISTEMAS *WORKFLOW* EM PROCESSOS EMPRESARIAIS,
APLICANDO TÉCNICAS DE PROCESSOS PRODUTIVOS
FABRIS E
MODELAGEM EM REDES DE PETRI

LY FREITAS FILHO

Orientador: Prof. Dr. Vilmar Pedro Votre

Dissertação de Mestrado
Apresentado ao Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Elétrica
como Parte das Exigências para
Obtenção do Grau de Mestre.

São Paulo

2000

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação só foi possível pela paciência, sugestões e interesse profissional do orientador, Prof. Dr. Vilmar Pedro Votre, quanto mais parecia impossível, confiava e apoiava.

Aos gerentes da Caixa Econômica Federal, Flávio Batischote e Marcos Mioshi que, com constante apoio e incentivo, viabilizaram a construção do caso prático presente neste trabalho.

À POLIEDRO, nas pessoas do Sr. Luiz Carlos e do Sr. Iroíto que, nos momentos mais cruciais de minha vida profissional, me acolheu.

À ANEEL, na pessoa do Dr. Sérgio Frontin, por permitir que me dedicasse a este trabalho.

À Universidade Mackenzie, por proporcionar a oportunidade de apresentar este trabalho.

À Universidade Católica de Brasília – UCB e a União Educacional de Brasília – UNEB, agradeço pelo apoio e confiança depositados no meu trabalho como professor nessas instituições, com certeza um dos maiores incentivos para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, como retribuição a tudo que fizeram por mim.

À minha esposa, Thereza, agradeço a dedicação e confiança e a minha filha, Lya, pelo carinho e compreensão.

A todos que acreditaram em meu sucesso.

A Deus por tudo.

ÍNDICE GERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE FÓRMULAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	
1.1 - Motivação e justificativa	1
1.2 - Objetivos	4
1.3 - Descrição dos capítulos	4
2. SISTEMAS <i>WORKFLOW</i>	
2.1 - Reengenharia e ISO9000	7
2.2 - Define processos	8
2.3 - Fundamentos do sistema <i>Workflow</i>	11
2.4 - Define <i>Groupware</i>	14
2.5 - Define <i>Workgroup</i>	15
2.6 - Tipos ou níveis do sistema <i>Workflow</i>	16
2.7- Estrutura do sistema <i>Workflow</i>	21
2.8 - Elementos primários do sistema <i>Workflow</i> – os três Rs	23
2.9 - Natureza do sistema <i>Workflow</i>	30
2.10 - Documentos inteligentes	32
2.11 - INTERNET/INTRANET/EXTRANET	33
2.12 - Ambiente do sistema <i>Workflow</i>	34
2.13 - Implantação do sistema <i>Workflow</i>	39
2.14 - Padrões para o sistema <i>Workflow</i>	46
2.15 - Benefícios do uso do sistema <i>Workflow</i>	48
2.16 - Segmentação de mercado	48
2.17 - Banco de dados temporais	50
3. REDES DE PETRI	
3.1 - Histórico	60
3.2 - Vantagens das redes de Petri	60
3.3 – Conceitos específicos	62
3.4 - Elementos básicos das redes de Petri	63
3.5 – Interações entre processos	65
3.6 – Tipos de redes de Petri	68
3.7 – Representações das redes de Petri	71

4. CASO PRÁTICO	
4.1 - Histórico da empresa.....	81
4.2 - Histórico do caso.....	81
4.3 – Situação registrada no levantamento.....	83
4.4 – Estudo de caso.....	83
4.5 – Requisitos do processo.....	85
4.6 – Levantamento das normas atuais e das rotinas operacionais.....	86
4.7 - Análise e racionalização do fluxo de trabalho atual.....	89
4.8 – Modelagem em redes de Petri.....	90
4.9 – Programação em software de <i>Workflow</i>	99
4.10 – Diagramas de entidade e relacionamento.....	102
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXO A – SOFTWARE DE WORKFLOW.....	111
ANEXO B – PUBLICAÇÃO NA 52º REUNIÃO ANUAL DA SBPC.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Papéis do <i>Workflow</i>
API	<i>Application Program Interface</i>
CEF	Caixa Econômica Federal
DMBS	<i>Database Managment System</i> ou SGBD
DDE	<i>Dynamic Data Exchange</i>
DF	Documentos e Formulários
EDI	<i>Eletronic Data Interchange</i>
FGTS	Fundo de Garantia de Tempo de Serviço
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
IA	Inteligência Artificial
JIT	<i>Just in Time</i>
MAPI	<i>Messaging Aplication Program Interface</i>
NET	Internet, Intranet e Extranet
ODA	<i>Office Document Architecture</i>
ODBC	<i>Open DataBase Conectivity</i>
ODMA	<i>Open Document management API</i>
OLE	<i>Object Linking and Embedding</i>
OO	Orientado à Objeto
OP	Objetivo do Procedimento
PV	Ponto de Venda ou Agência Bancária
RdP	Redes de Petri
RP	Rota do Procedimento
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SI	Sistema de Informação
SQL	<i>Structure Query Language</i>
SWAP	<i>Simple Workflow Access Protocol</i>
TBA	<i>Time-based Analysis</i>
TI	Tecnologia da Informação
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VM	<i>Virtual Machine</i>
WfMC	<i>Workflow Management Coalition</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 – Processo e suas divisões.....	10
Figura 2.2 – Sistema de <i>Workflow</i> para escritório (Jackson e Twaddle, 1997, página 9)	13
Figura 2.3 – <i>Groupware</i> e suas tecnologias. (Cruz, 1998, página 85).....	14
Figura 2.4 – Estrutura de <i>Workflow</i> . (Cruz, 1998, página 94).....	22
Figura 2.5 – Alguns tipos de rotas de <i>Workflow</i>	29
Figura 2.6 – Ciclo de desenvolvimento do <i>Workflow</i>	40
Figura 2.7 – Modelo de referência <i>Workflow</i> (Kobelius, 1997, página 48)	48
Figura 2.8 – Gráfico de classificação de <i>software</i> de <i>Workflow</i> (Scultey, 1997, página 52).	49
Figura 2.9 - Banco de dados bitemporais (Edelweiss, 1998, página 236).....	55
Figura 3.1 – Sistemas a) discretizados, b) discretos, c) a eventos discretos. (Cardoso e Valette, 1997, página 20).....	63
Figura 3.2 – Exemplo de disparo de uma RdP (Cardoso e Valette, 1997, página 29)	64
Figura 3.3 – Seqüência de processos (Cardoso e Valette, 1997, página 31).....	66
Figura 3.4 – Exemplo de a) divisão e b) junção (Cardoso e Valette, 1997, página 32)	66
Figura 3.5 – Exemplo de caminhos alternativos (Cardoso e Valette, 1997, página 33 a).....	67
Figura 3.6 – Exemplo de repetição (Cardoso e Valette, 1997, página 33 b).....	67
Figura 3.7 – Partilhamento de um recurso (Cardoso e Valette, 1997, página 35).....	68
Figura 3.8 – Temporalização de RdP associada ao lugar (Cardoso e Valette, 1997, página 146a)	70
Figura 3.9 – Temporalização de RdP associada à transição (Cardoso e Valette, 1997, página 146b).....	71
Figura 3.10 – Representação gráfica de uma RdP.....	72
Figura 3.11 – Representação gráfica de marcação de uma RdP.....	74
Figura 3.12 – Exemplo de uma RdP com a representação de peso do arco (Cardoso e Valette, 1997, página 48).....	74
Figura 4.1 – Modelo conceitual do caso.....	87
Figura 4.2 – Modelo em redes de Petri lugar-transição.....	92
Figura 4.3 – Modelo em redes de Petri lugar-transição transcrito.....	93
Figura 4.4 – <i>Workflow</i> do caso.....	101
Figura 4.5 – Diagramas de entidade e relacionamento.....	104

ÍNDICE DE FÓRMULAS

	Página
Fórmula 3.1 – Fórmula da rede de Petri.....	72
Fórmula 3.2 – Fórmula da rede de Petri marcada.	73
Fórmula 3.3 – Fórmula da matriz de incidência.....	76
Fórmula 3.4 – Fórmula da nova marcação μ'	77
Fórmula 3.5 – Equação fundamental da rede de Petri.....	79

RESUMO

Este trabalho é um estudo da aplicação de técnicas utilizadas nos processos produtivos fabris, em processos que geram serviços e que apóiam os processos produtivos, também denominados processos empresariais. Para atingir esse objetivo, utilizou-se sistemas *Workflow*, ou fluxo de trabalho automatizado, e a modelagem em redes de Petri. Esses conceitos já são consagrados em processos produtivos fabris e, através deste trabalho, verificar-se-á suas aplicações e validações em um processo empresarial, com a particularidade deste possuir alto volume de atendimento ao público.

PALAVRAS CHAVES: *Workflow*, redes de Petri, reengenharia de processos.

ABSTRACT

TITLE: “Workflow systems in business process using industrial productive process and automated work and the modeling in Petri nets”

This paper is a study of the application of techniques used in the industrial productive process, in processes which generate services and support the productive processes, also called managerial processes. To reach that objective, Workflow systems were used, or flow of automated work and the modeling in Petri nets. These concepts are already consecrated in industrial productive process and, through this work, your applications and validations will be verified in a managerial process, with the particularity to possess high attendance volume to the public.

KEYWORDS: Workflow, Petri nets, reengineering of processes.

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Motivação e justificativa

Processos são a estrutura pela qual uma organização faz o necessário para produzir valor para o seus clientes. Observa-se que o estudo de processos surgiu, apenas, com os primeiros especialistas da área de manufatura.

A administração, por tempos, enfatizou os processos produtivos fabris em detrimento aos processos que geram serviços e aos que apóiam os próprios processos produtivos, também denominados **Processos Empresariais**. Muitos estudos vieram a comprovar que, atualmente, esses processos são os principais diferenciais de competitividade entre as organizações.

Ao longo da década de 1980, a maioria das empresas concentrou seus esforços principais na correção e no aperfeiçoamento de seus processos de produção. Segundo Harrington (1993), somente na década atual, a administração voltou-se para os processos empresariais, verificando que o processo de produção responde por apenas 10% do valor de um produto médio comum. A área de serviços, que emprega a maioria da população economicamente ativa, é constituída, apenas, de processos empresariais.

Segundo Sculley (1998), não se pode deixar de constatar que a informatização nos processos produtivos fabris levaram a um aumento não mensurável de produtividade, acima de todos os investimentos que tinham origem nos sistemas de informações.

Os princípios do fenômeno da produtividade fabril podem e devem ser aplicados nos processos empresariais, evidentemente, com as adaptações necessárias e desde que sejam repetitivos. Ainda, segundo Sculley (1998), a disciplina da automação fabril, como os métodos *Total Quality Management - TQM*, *Electronic Data Interchange - EDI*, *Just in Time - JIT* e *Time-based Analysis - TBA* podem ser inerentes, a todos os processos empresariais repetitivos, conhecidos, a partir da implantação de sistemas de fluxo de trabalho automatizado, também denominado sistemas *Workflow*.

Em todas as empresas ocorrem, diariamente, centenas de processos empresariais que, em sua maioria, são repetitivos. São, exatamente, nesses processos empresariais repetitivos que se vai estudar a aplicação dos controles de modo semelhante aos usados nos processos de manufatura, com ênfase em suas principais características: fluxo de trabalho, resultados desejados, ou seja, sua eficácia. O alvo é a minimização dos recursos empregados, isto é, sua eficiência, tempo do ciclo e custo.

Para estudar sistemas *Workflow*, é essencial se falar de processos, pois, em síntese, sistema *Workflow* nada mais é do que a automatização de processos. Devido a essa simbiose, dedicamos algumas páginas a definição de processos e aos seus elementos como: atividades, procedimentos e tarefas e às metodologias para levantar, documentar e organizar, tais elementos.

A teoria de redes de Petri é cientificamente aceita para a construção de modelos de processos produtivos fabris. Baseado nesta afirmativa, a utilizaremos para elaborar, no caso prático, um fluxo de trabalho de processo empresarial repetitivo,

aplicando-o em sistemas *Workflow*, comprovando a aplicabilidade dos princípios do processo produtivo fabril em processos empresariais repetitivos.

No caso prático, será observado se os objetivos conceituais alcançados no aperfeiçoamento dos processos produtivos fabris, também o serão nos processos empresariais repetitivos, com ênfase no ganho de produtividade, prevenção, correção e excelência.

O interesse em sistemas *Workflow* foi constatado, segundo White (1994), devido ao reconhecimento dos profissionais de que a demanda nos próximos anos serão pela automatização dos processos da atividade de negócio e não, somente, de tarefas individuais.

Nesse tipo de sistema cada atividade é gerenciada de forma isolada, quanto aos tempos e métodos com os quais ela tem que ser realizada e, de forma coletiva, quanto ao processo como um todo.

O sistema *Workflow* tem como um de seus objetivos principais transformar os processos em ativos, agregando todos os sistemas e *softwares* já existentes e disponibilizando outros necessários para a perfeita implementação do fluxo de trabalho automatizado. Para tanto, será necessário a utilização das modernas tecnologias de redes de computadores, além das técnicas de inteligência artificial, interfaces gráficas para usuários - GUI, banco de dados temporais e as tecnologias NET – Internet, Intranet e Extranet, que mudaram a forma de fazer negócios, entre outras.

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Objetivo geral

Verificar se os conceitos que tanto aperfeiçoaram os processos produtivos são adaptáveis a processos empresariais repetitivos, através da aplicação de sistema de fluxo de trabalho automatizado, *Workflow*.

1.2.2 – Objetivos específicos

- Elaborar modelo de um processo empresarial repetitivo com as técnicas de processos produtivos fabris;
- implementar modelo de um processo empresarial aperfeiçoado em um *software* de fluxo de trabalho automatizado, *Workflow*;
- estudar a aplicação do conceito de processos pró-ativos;
- estudar os ganhos proporcionados na implementação em processos empresariais; e
- estudar os ganhos proporcionados na implementação de sistema de fluxo de trabalho automatizado, *Workflow*.

1.3 - Descrição dos capítulos

Esta seção pretende fornecer ao leitor uma visão geral da estruturação adotada para a elaboração deste trabalho.

Além desta introdução, este trabalho está dividido em mais cinco partes, quais sejam:

- embasamento teórico sobre *Workflow*;
- embasamento teórico sobre redes de Petri;
- suporte ao *Workflow* e a redes de Petri;
- caso desenvolvido com os aspectos comparados das duas sistemáticas; e
- considerações finais.

A primeira parte deste trabalho apresenta capítulos de embasamento teórico necessários para a melhor compreensão do caso que se está tentando resolver, bem como da metodologia adotada como solução. Nessa primeira parte estão incluídos os capítulos 2 e 3.

No capítulo 2, são apresentados conceitos fundamentais sobre *Workflow*. Inicia-se por um estudo de seu histórico, passando pela análise de seus componentes básicos, metodologias aplicadas, tendências, entre outros.

No capítulo 3, são apresentados conceitos fundamentais sobre redes de Petri, iniciando por sua modelagem gráfica e matricial. Esta apresentação é baseada nas abordagens dos seguintes pesquisadores: Agerwala (1979), Cardoso e Valette (1997), Dicesare (1993), Murata (1989), Peterson (1981), Reisig(1985), Reisig (1987), Rillo (1983) e Zhou (1993).

A segunda parte do trabalho, formada pelos capítulos 4 e 5, apresenta a forma como foi estudado o caso escolhido e as considerações advindas da análise dos resultados obtidos.

O quarto capítulo apresenta todos as informações do caso escolhido, tais como: apresentação da empresa, a elaboração do *Workflow* e a montagem da rede de Petri.

No quinto capítulo, as considerações finais serão a análise dos resultados do caso prático sobre os objetivos propostos por este trabalho e os aspectos comparados entre as duas teorias.

2. SISTEMAS *WORKFLOW*

2.1 - Reengenharia e ISO9000

Na década de 1980, Hammer (1994) definiu o termo reengenharia para designar uma nova abordagem de implantação de sistemas diferente da usada até então. Em síntese, nessa nova abordagem se preconizava que, antes de se tentar organizar um processo por meio do emprego de tecnologias da informação, perpetuando a desordem ou tentando engessá-la pelo uso de algum novo sistema ou dispositivo, deve-se, literalmente, destruir, ou melhor seria dizer, abandonar a forma como se vinha operando determinado processo e recriá-lo melhor, para só então implantar uma nova Tecnologia da Informação – TI.

É evidente que, no caso de criação de um novo processo já estaria inerente em sua construção, a racionalização e estruturação do mesmo.

As idéias de Hammer (1994) visavam a resolver os problemas decorrentes das tentativas de reorganização e racionalização de atividades pelo emprego da informática, além de integrar inúmeras abordagens organizacionais dentro de uma única metodologia.

Segundo Cruz (1998), antes da reengenharia, os processos só eram abordados como tal por um grupo muito restrito de especialistas da área de manufatura. A maioria dos profissionais, principalmente os da área de informática, falava de rotinas.

Mas o surgimento de inúmeros fatores, tanto estruturais como conjunturais, em termos mundiais, fizeram com que a reengenharia fosse aplicada de forma errônea, intensificando os discursos de seus opositores.

A técnica de Hammer previa ainda que o processo que a reengenharia recriou precisava continuar sendo aperfeiçoado, a exemplo dos processos fabris, através de do programa de melhoria contínua.

Após a reengenharia, outro grande fator de disseminação do conhecimento sobre processos foi a publicação da Norma ISO9000, que tem como pressuposto básico a necessidade da empresa organizar-se, por meio do conhecimento e da documentação dos processos produtivos e empresariais, para que cada atividade seja realizada sempre da mesma forma, segundo as especificações que foram testadas e documentadas em seu manual da qualidade.

2.2 – Define processos

“Processo é uma seqüência de atividades que consomem recursos e produzem um bem ou serviço.”, conforme Hronec (1994).

“Processo é um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado.”, conforme Davenport (1994).

Resumindo os vários conceitos estudados, podemos melhor definir processo como o conjunto de atividades inter-relacionadas que tem por finalidade processar matéria-prima para produzir bens e serviços que serão disponibilizados para clientes, ou a maneira pela qual se realiza alguma operação, segundo determinadas normas, métricas e técnicas.

Nas organizações hierárquico-funcionais os processos não possuem visibilidade de forma a facilitar seu entendimento. Observa-se que, a partir da década de 1990, algumas organizações, inclusive brasileiras, passaram a se estruturar através de processos, denominadas organizações estruturadas através de gestão por processos.

No tipo de organização hierárquico-funcional, os processos são também denominados processos multifuncionais, devido a serem compostos de atividades que pertencem a várias funções. É importante observar que mesmo que o processo não esteja claro, visível, organizado, simplificado, racionalizado e documentado, ele existe e, como tal, assume-se como verdadeiro.

Com o advento da Norma ISO9000, estruturar e documentar processos estão entre as principais necessidades de qualquer tipo de empresa. Essas necessidades são atualmente a base para o sucesso de qualquer empreendimento, inclusive conforme propaga a norma citada, até mais do que o produto gerado, pois este, quando processado de forma desorganizada, pode acarretar prejuízos. Sendo o processo bem estruturado, a execução deste tenta minimizar os esforços despendidos na consecução de seus propósitos.

Segundo Kobelius (1997), os critérios para melhor avaliar um processo devem ser: velocidade, custo, exatidão, qualidade, satisfação do cliente e flexibilidade.

2.2.1 – Processos e suas divisões

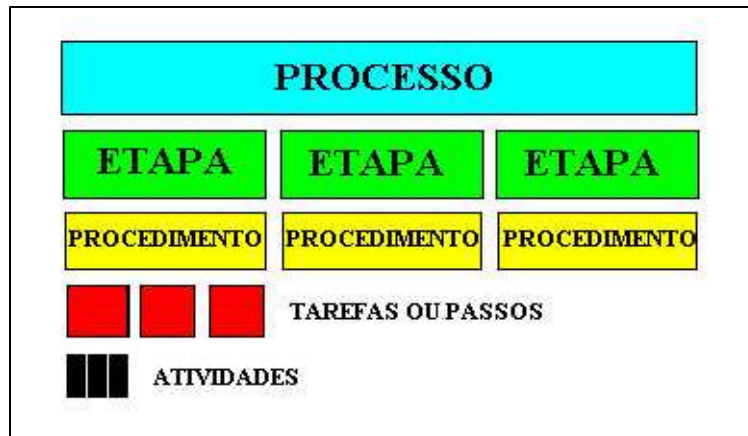


Figura 2.1 – Processo e suas divisões.

Assim, pode-se definir que:

- **Etapa ou Fase** é uma subdivisão ou parte de um processo, contendo as condições de início e término e o método a ser aplicado;
- **Procedimento** é o método e suas respectivas regras que indicam como, quando e com que recursos deve ser executada alguma etapa ou fase;
- **Tarefa** (passos) é a decomposição do procedimento; e
- **Atividade** é a atribuição trabalho específico, com a respectiva determinação de responsabilidade. Seu enfoque principal é a eficiência e sua execução é denominada de ação.

2.2.2 – Atividade

“Atividade é a unidade de trabalho executada por um único responsável, que tem condições determinadas de início e fim presumíveis”, conforme Kobelius (1997).

A atividade, conforme a definição anterior, pode ser classificada como:

- **Principal:** são as que têm participação direta na criação do bem ou serviço que é objeto do processo. Compõem-se, geralmente, de cinco grupos principais: Logística Interna, Operações, Logística Externa, Vendas e Marketing e Serviços; e
- **Suporte** (marginais ou secundárias): São as que não estão diretamente envolvidas com a produção do bem ou serviço que a empresa vende. As atividades de suporte existem para permitir que as atividades principais possam ser executadas, além de providenciarem todas as condições de operacionalidade necessárias. Compõem-se geralmente de quatro grupos: Infraestrutura, Recursos Humanos, Tecnologia, Compras e Qualidade.

2.3 - Fundamentos do sistema *Workflow*

Atualmente, a grande maioria dos processos são passivos, assim como os sistemas de informações – SI que tenham sido desenvolvidos para suportá-los. Ambos cumprem suas funções primordiais, somente se cada funcionário quiser; como quiser; e quando quiser, ou seja, existem em estado latente.

Se cada funcionário fizer a parte que lhe compete, no tempo e no espaço corretos, dentro dos limites do procedimento da atividade, o trabalho fatalmente será eficaz e lucrativo.

Segundo Cruz (1998), um processo é passivo quando as atividades que o compõem não dispõem de tecnologia que as transformem de ações que são puxadas em ações que puxam o trabalho. As atividades passivas esperam para ser executadas, enquanto as ativas cobram de seu responsável a atuação. Atividades passivas esperam que o produto de sua operação seja enviado à próxima, ou próximas atividades; as ativas têm inteligência para o despacharem, tão logo esteja pronto. Atividades passivas não sabem para quem enviar o produto de sua execução; as ativas sabem. A mesma tecnologia que permite transformar as atividades de passivas em ativas pode executar uma série de outras atividades e possibilita que o processo seja gerenciado de modo muito mais eficaz.

Segundo Kobelius (1997), automatização é o componente que irá transformar processos, atividades e procedimentos em ativos e, dessa forma, levá-los a assumir uma postura de cobrar em vez de serem utilizados, de puxar em vez de serem empurrados, de fazer acontecer em vez de ficarem esperando acontecer.

Uma das ferramentas que permite a automatização de forma ativa é o Sistema *Workflow*, traduzindo: sistema de fluxo de trabalho automatizado. Entretanto, por uma questão de internacionalização da tecnologia na maioria dos trabalhos relativos a esta tecnologia, padronizou-se denominá-lo simplesmente de *Workflow*.

Podem-se verificar abaixo algumas das definições de *Workflow*:

“*Workflow* é a tecnologia que possibilita automatizar processos, racionalizando-os e potencializando-os por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia”, conforme Cruz (1998).

“*Workflow* é o fluxo de controle e informação num processo de negócio”, conforme Kobelius (1997).

“*Workflow* é a automação da rota de documentos e tarefas”, conforme Kobelius (1997).

“*Workflow* é um conjunto de ferramentas que possibilita análise proativa, compressão e automação de atividades e tarefas baseadas em informação”, conforme Koulopoulos (1995).

“*Workflow* é a tecnologia que ajuda a automatizar políticas e procedimentos numa organização”, conforme Khoshafian (1995).

O uso de sistemas *Workflow*, segundo Jackson e Twaddle (1997), será mais intenso nos escritórios, onde deverão ser integrados com os sistemas legados, com a internet, entre outros, conforme apresentado na Figura 2.2.

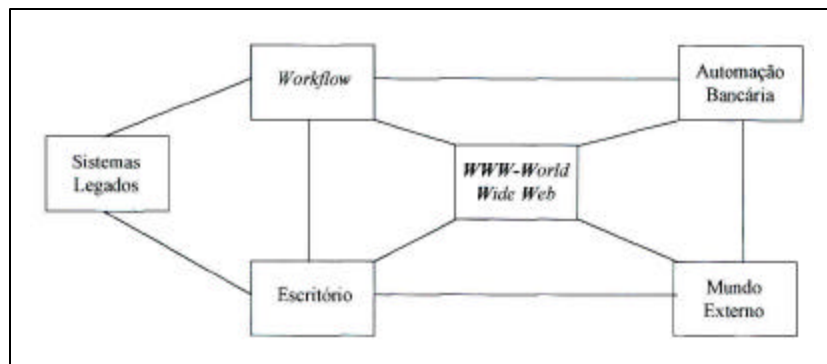


Figura 2.2 – Sistema de *Workflow* para escritório (Jackson e Twaddle, 1997, página 9)

2.4 - Define *Groupware*

Groupware é qualquer sistema computadorizado que permita que grupos de pessoas trabalhem de forma cooperativa, a fim de atingirem um objetivo comum.

Groupware pode ser caracterizado como um guarda-chuva para suportar o trabalho cooperativo, sob o qual estão inúmeras outras tecnologias que têm como idéia principal permitir às pessoas trabalharem uma para as outras, cada uma fazendo com que não só a sua própria atividade seja executada com sucesso, mas também, com que todas as atividades que compõem o processo o sejam.

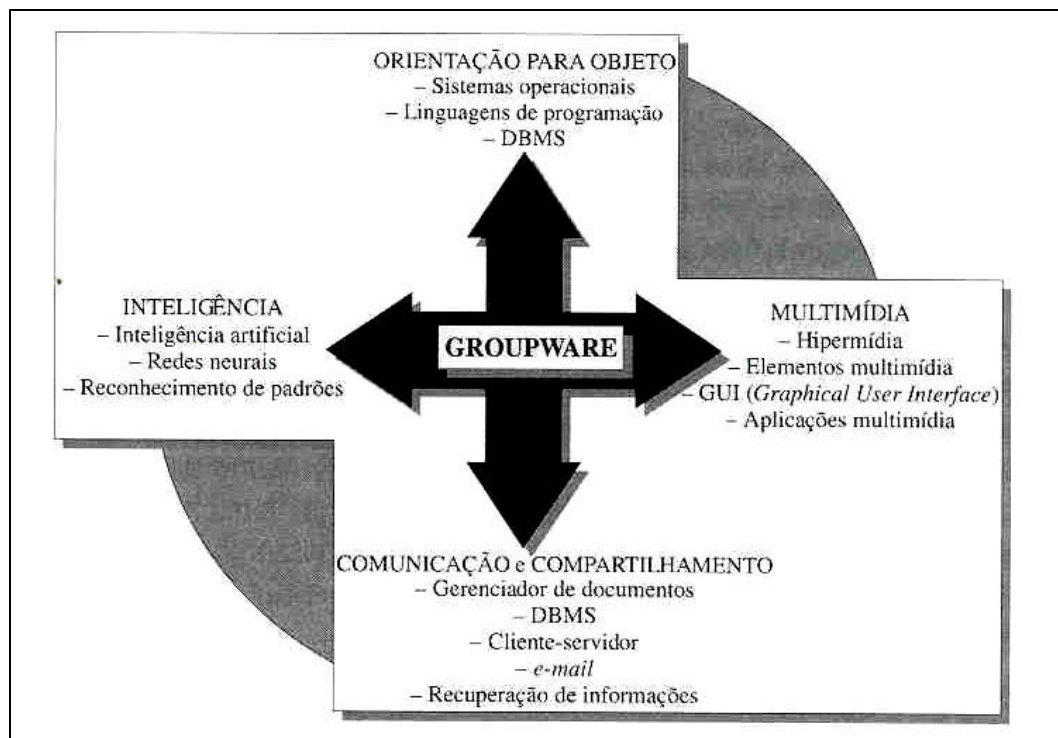


Figura 2.3 – *Groupware* e suas tecnologias. (Cruz, 1998, página 85)

A figura anterior mostra como, genericamente, os produtos *Groupware* estão agrupados e divididos:

- aplicações baseadas em documentos e formulários como e-mail, gerenciadores de imagens de documentos, SGBD, *Workflow* entre outros;
- aplicações baseadas em grandes volumes de dados e transações como SGBD, sistema de recuperação textual, redes neurais, entre outros; e
- aplicações baseadas em comunicação organizacional como calendário, agendas eletrônicas, videoconferência, entre outros.

2.5 - Define *Workgroup*

O foco principal está na informação que será processada. A informação em si mesma não tem capacidade de organizar e automatizar um fluxo de trabalho, por mais simples que o fluxo possa ser, ou seja, os processos continuam passivos.

No *Workflow*, a ênfase é dada ao processo. A importância do processo está no fato de ele ser o meio pelo qual a informação será processada. Com a construção das rotas da informação, finalmente é possível transformar o processo de passivo em ativo.

Segundo Kobelius (1997), as atividades de organizar, documentar e simplificar processos têm que fazer parte de qualquer projeto de implantação de *Workflow*.

2.6 - Tipos ou níveis do sistema *Workflow*

Observam-se várias classificações de tipologia para *Workflow*. Abaixo relacionamos a mais presente na bibliografia estudada. São os seguintes tipos ou níveis de *Workflow*:

Ad hoc

Administrativo

Produção ou transação

Orientado a objeto

Baseado no conhecimento.

Comercialmente, observa-se que a maioria dos tipos implementados são misturas de todos esses tipos.

2.6.1 – Nível 1: *Ad hoc*

Segundo Aurélio Buarque de Holanda, “*ad hoc* é uma expressão latina que significa ‘para isto’ ou ‘para este caso’.”

O *Workflow ad hoc* é aquele criado para ser usado dinamicamente por grupos de trabalho, cujos participantes necessitem executar procedimentos para cada tipo de

documento processado de trabalho. Por este motivo, é impossível estabelecer um fluxo de trabalho padronizado, pois este fluxo raramente se repete.

É o mais elementar tipo de *Workflow*, o que não significa que sua implantação seja elementar, mas observa-se que esse tipo não possibilita a transformação de processos passivos em processos ativos, mas apenas tira-los do estado de desorganização comum, a fluxos de trabalho baseados apenas em papéis físicos.

Um exemplo de *Workflow ad hoc* é o uso de correio eletrônico ou *e-mail*, cuja tela principal do módulo de correio é um *browser* tipo Netscape ou Exchange.

Entretanto, existem sistemas bastante sofisticados voltados, apenas, à implantação de *Workflow* tipo *ad-hoc*; esses sistemas permitem tratar e armazenar vários tipos de documentos como: imagem, som, texto, hipertextos e realidade virtual.

2.6.2 – Nível 2: Administrativo

O tipo ou nível administrativo tem características de sistemas de correio eletrônico, mas com algumas especificidades, o que o torna ideal para o tratamento de documentos e formulários que servem de suporte para rotinas que, embora repetitivas e aparentemente sem complexidade, precisam ser realizadas corretamente. Exemplos desse tipo de *Workflow* são rotinas de aprovação de despesas, controle de gastos com viagens, aprovação de ordens de compras e todo um conjunto de necessidades que genericamente chamamos de rotinas administrativas.

Muitos *softwares* de *e-mail* que estão no mercado atualmente já incorporam funcionalidades mais avançadas de tratamento de rotinas administrativas. Dentro desse conjunto estão:

- Ferramentas para criação de formulários simplificados;
- Ferramentas para rotear formulários;
- Interação com os formulários; e
- Ferramentas para notificações de avisos e prazos.

2.6.3 – Nível 3: Produção ou transação

O *Workflow* do tipo produção ou transação, geralmente, envolve grandes quantidades de dados, muitas regras de negócio e recursos financeiros em grande escala. Essa mistura de elementos críticos dá um caráter especial a esse tipo de *Workflow* e faz com que seu desenvolvimento e implantação tenha que ser cuidadosamente planejado.

Os dados tratados por um sistema de *Workflow* de produção ou transação têm duas origens: uma no próprio fluxo, por exemplo, uma solicitação de atendimento técnico; e outra nos bancos de dados que suportam as aplicações, por exemplo, os dados do cliente que solicitou um atendimento.

Tais sistemas são muito sensíveis, por se referirem ao próprio negócio da empresa e, geralmente, envolvem muitos de seus departamentos.

Na maioria das vezes, há a necessidade de uma ferramenta de auditoria no *Workflow* que possa tornar seguro o processo, especialmente por possuir algum relacionamento com dados financeiros. Cada atividade, cada procedimento, cada documento, enfim, deve ser auditado para impedir fraudes e possibilitar que a qualquer momento os responsáveis possam verificar todo o andamento do processo. Exemplo de fluxo: aprovação de empréstimo.

2.6.4 – Nível 4: Orientado a Objeto

São as versões mais sofisticadas dos sistemas de *Workflow*, pois incorporam a tecnologia OO – Orientado a Objeto, que surgiu na década de 1980, como uma evolução da tecnologia estruturada.

O *Workflow* orientado a objeto abrange os dados ou atributos do objeto e as instruções sobre qual método de processamento sobre esses dados, ou seja, o comportamento a ser apresentado.

Esse tipo de *Workflow* tem características específicas, muitas, advindas da Análise Orientada a Objetos, como as que citamos a seguir:

- **Classe:** é a união de campos de dados e outros campos que contêm funções para operar os campos de dados, ou seja, um objeto é uma variável de uma classe, segundo Mizrahi (1994);
- **Encapsulamento:** o objeto oculta a implementação, expondo apenas a interface, segundo Votre (1998);
- **Polimorfismo:** permite que uma linha vertical de derivações sintonize as funções de forma que a função chamada seja a mais adequada ao objeto em foco na chamada, baseado no recurso de função virtual, segundo Votre (1998);
- **Herança:** possibilidade de criar novos procedimentos baseados em regras e propriedades herdadas de procedimentos já existentes, além de poder incorporar características específicas; e

- **Integridade Referencial:** Característica que garante que qualquer informação adquirida ou passada por herança será igual à informação que tiver dado origem às informações descendentes.

Com o *Workflow* OO, permite-se a convivência de várias versões de fluxos de trabalho e regras diferentes para um mesmo objeto.

O *Workflow* de produção e o orientado a objeto são semelhantes quanto ao tratamento de volumes de dados, a diferença é somente o uso da tecnologia OO pelo último.

2.6.5 – Nível 5: Baseado no conhecimento

Esse tipo de *Workflow* deve aprender com seus próprios erros e acertos, ou seja, possuir tecnologia para ir além da execução pura e simples das regras preestabelecidas e incorpora exceções a seus procedimentos.

A Inteligência Artificial - IA é uma das tecnologias que permitirão a sistemas *Workflow* aprenderem a absorver conhecimento, tornando-se adaptativos.

Um sistema *Workflow* desenvolvido com técnicas estatísticas, heurísticas, inteligência artificial e usando alguns princípios de reconhecimento com que são construídas as redes neurais pode ser a solução para as freqüentes mudanças que um

fluxo deva sofrer para acompanhar a dinâmica do processo de negócio de qualquer empresa.

Essa tecnologia ainda não está disponível, embora se saiba que vários fabricantes de *software* trabalham na criação de protótipos que podem vir a ser uma nova geração de sistemas.

2.7- Estrutura do sistema *Workflow*

Todo sistema *Workflow* deve ser estruturado sobre uma arquitetura de cinco elementos principais. Cada um desses elementos tem diferentes funções que se complementam para formar o fluxo de trabalho automatizado.

Os cinco grupos de um sistema de *Workflow* são:

Processo
Instâncias ou casos
Pastas
Papéis, regras e caminhos
Documentos

A Figura 2.4 apresenta graficamente como esses grupos interagem.

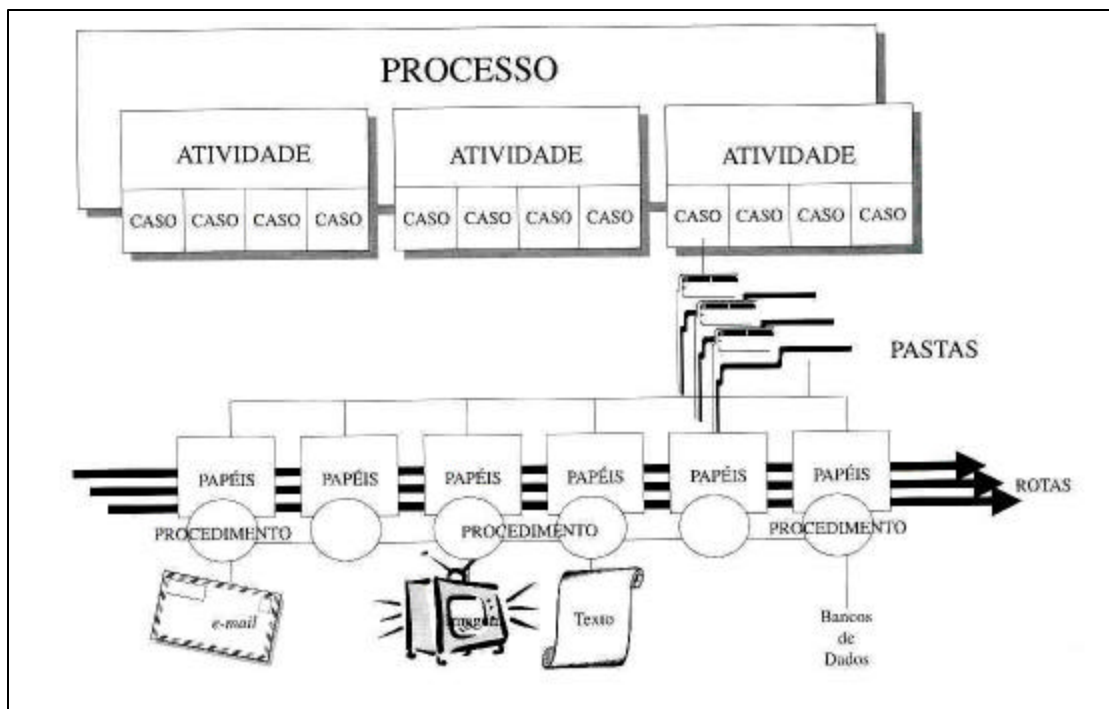


Figura 2.4 – Estrutura de *Workflow*. (Cruz, 1998, página 94)

2.7.1 – Instâncias ou casos

Conforme pode ser observado na Figura 2.4, processo está dividido em atividades, devido a não obrigatoriedade da existência de subprocessos. A instância ou caso é uma ocorrência individual dentro de atividade presente no processo produtivo. Cada vez que o sistema *Workflow* é acionado para processar um novo documento, cria-se neste momento um novo caso ou um novo objeto, se for objetos.

A quantidade de instâncias ou casos que podem ocorrer numa atividade está diretamente ligada ao tempo de ciclo da atividade, por exemplo, a execução de uma ordem de produção.

2.7.2 – Pastas

Para organizar *e-mails*, dados, informações, textos, voz e imagem foi criado o nível que identifica pasta, que é a reunião lógica de documentos. Isso permite o acesso fácil e rápida localização.

2.7.3 – Documento

Documento é o nível mais elementar de uma estrutura *Workflow*.

Documentos são coleções de dados, informações e regras de processamento colocadas numa pasta onde serão usados por uma instância ou caso dentro de um processo. As informações integrantes de um documento podem ser sobre o formato, o processamento e a apresentação dos respectivos dados.

2.8 - Elementos primários do sistema *Workflow* – os três Rs

Os três Rs – Roles, Rules and Routes, traduzindo: Papéis; Regras; e Caminhos, são considerados os elementos primários do Sistema *Workflow*. Um sistema de *Workflow* precisa ser montado sobre as definições de quem faz o quê, de que forma e quando, e quais os caminhos que levam e trazem os pacotes de dados e informações que dão vida a uma instância ou caso.

Essas definições têm como paradigma o planejamento intitulado 5QRC, ou seja, as respostas as seguintes perguntas por quê?, o quê?, quem?, quando?, qual lugar?, recursos? e como?.

2.8.1 – Papéis ou *roles*

O detalhe mais importante no *Workflow* é “Quem faz o quê?”, como o papel de uma personagem em peça de teatro.

Papel ou *role* é o conjunto de características e habilidades necessárias para executar determinada tarefa ou tarefas pertencentes a uma atividade.

O papel ou *role* sempre é o mesmo, as responsabilidades são sempre as mesmas, como um personagem existente naquela peça de teatro, o que muda são os autores, mas os papéis não.

Assim, como no caso dos atores, cada participante do *Workflow* deve ser treinado cuidadosamente. Esse treinamento deve dar atenção especial ao aprendizado do papel que cada um vai desempenhar, as responsabilidades inerentes ao papel, bem como aos resultados esperados e que serão medidos.

Existem dois tipos de papel ou *role*: usuário e função.

O **papel usuário** é pessoal e intransferível e serve para identificar todos os usuários que tenham acesso a um sistema *Workflow*. Quando o papel usuário deixar de existir por demissão, promoção ou outra ocorrência qualquer, deve ser desativado.

O **papel função** é o que a atividade deve desempenhar dentro da cadeia de valores. É obrigatória a definição de cada um dos papéis função existentes no fluxo de trabalho de forma particularizada. É necessário, também, definir um papel genérico e associá-lo a todos os usuários do sistemas.

Para o *Workflow*, o papel função desempenhado numa atividade tem uma série de atributos que devem ser definidos como forma de se construir as camadas necessárias ao fluxo de trabalho do processo. É primordial que o sistema *Workflow*

deva permitir que um papel função possa ser alterado de papel usuário, sem alterar seus atributos de papel função.

Seus atributos mínimos são: nome do papel ou *role*, posição organizacional, nível administrativo, papel supervisor e direitos de acesso.

- **Posição Organizacional** deve descrever a localização do papel ou *role* dentro da empresa, que pode ser um grupo de trabalho, um departamento, um projeto ou até outra empresa;
- **Nível Administrativo** indica o nível em que o papel ou *role* está definido na organização. Isto permite criar um organograma dinâmico da estrutura do fluxo de trabalho;
- **Papel Supervisor** é a definição de qual papel supervisiona o papel estudado; e
- **Os Direitos de Acesso** são um conjunto de atributos que definem com que tipo de permissão o papel pode acessar o *Workflow*.

Papéis ou *roles* são sempre associados aos outros elementos, mais especificamente, os caminhos e as regras.

2.8.2 – Regras ou *Rules*

As regras são elementos que definem de que forma os dados que trafegam no fluxo de trabalho devem ser processados, roteados e controlados pelo sistema *Workflow*.

As regras definem, basicamente, quais informações devem transitar pelo fluxo de trabalho e sob quais condições. Cada documento enviado contém informações que serão usadas por quem as receber. Associadas ao documento, podem existir regras que especificam com clareza e exatidão a operação ou processamento do documento, quais as atividades que devem recebê-lo, quais as rotas a seguir e a quais cuidados especiais, se houver, o documento deve ser submetido.

A garantia que a implantação do sistema terá sucesso encontra-se no conhecimento e organização prévios das regras que sustentam o fluxo de informações no sistema *Workflow*. Quanto mais detalhada for a descrição das regras que suportam cada documento, mais seguro será seu processamento, diminuindo a chance para que um papel ou *role* qualquer comprometa a agregação de valores no produto ou serviço.

Existe um tipo de dado num sistema de *Workflow* que, por suas características, se diferencie dos demais dados existentes num fluxo de trabalho. Esse dado leva o nome genérico de *dado relevante*. Um *dado relevante* para *Workflow* é toda e qualquer informação usada no fluxo de trabalho para avaliar condições e determinar qual a rota a ser seguida, qual processamento deve ser executado, e como um documento deve ser manuseado. Os componentes de uma regra, como início, tempo, execução e segurança são *dados relevantes* para qualquer sistema de *Workflow*.

2.8.3 – Caminhos ou *Routes*

O terceiro R, rotas ou caminhos para *Workflow*, é o controle de movimentação exercido sobre os documentos. Os comandos dos elemento rota controlam como os documentos se movem de um ponto a outro dentro do fluxo de trabalho. Este elemento é tão importante quanto os outros dois, papéis e regras, pois, entre outras

funcionalidades, garante que o documento chegue ao destino sempre que uma instância ou caso seja iniciado no *Workflow*.

Rota é o caminho lógico que, definido sob regras específicas, tem a função de transferir a informação dentro do processo, ligando as atividades associadas ao fluxo de trabalho.

Existem quatro tipos de Rotas ou Caminhos e cada um desses tipos tem um propósito que não deve ser confundido como simples sofisticação da ação de transferência:

- serial;
- paralelo;
- condicional; e
- conclusão.

O caminho serve para levar alguém, ou alguma coisa, de um lugar para outro. Às vezes, de um ponto ao outro existem vários caminhos e nos decidimos por um deles sob determinadas condições. Para *Workflow*, essas condições também se aplicam, e isso faz com que uma informação percorra um determinado caminho sob o controle de determinadas condições.

2.8.3.1 – Caminho serial

Caminho linear e direto entre os passos, não permitindo variações. Nesse tipo de caminho, cada atividade tem apenas uma atividade anterior e apenas uma atividade posterior. Além disso, cada atividade deve ser completada antes que o trabalho seja enviado a atividade seguinte.

2.8.3.2 – Caminho paralelo

Se dá quando um grupo de passos pode ocorrer ao mesmo tempo e tem o mesmo passo anterior e o mesmo passo seguinte. Esse caminho propicia a agilização do processo, pois permite caminhos independentes entre si, que podem ocorrer ao mesmo tempo e, logo após, serem reunidos num ponto, denominado Ponto de Encontro. Esse Ponto de Encontro deve também ter a função de armazenamento até que todos os passos paralelos sejam concretizados e, somente após isso, ser enviado ao próxima passo.

2.8.3.3 – Caminho condicional

Ocorre quando múltiplas rotas podem ser usadas e a escolha é feita por meio de determinada condição. Esse tipo de rota é determinado dinamicamente por eventos que ocorrem no processo, à medida que as atividades são executadas.

2.8.3.4 – Caminho de conclusão

É um caminho que tem apenas um motivo específico. É o caminho que um objeto de informação ou um processo toma para concluir uma operação. Existem dois tipos de rotas de conclusão:

- Um tipo endereça a ação a n atividades; e
- O outro endereça a ação a apenas uma atividade.

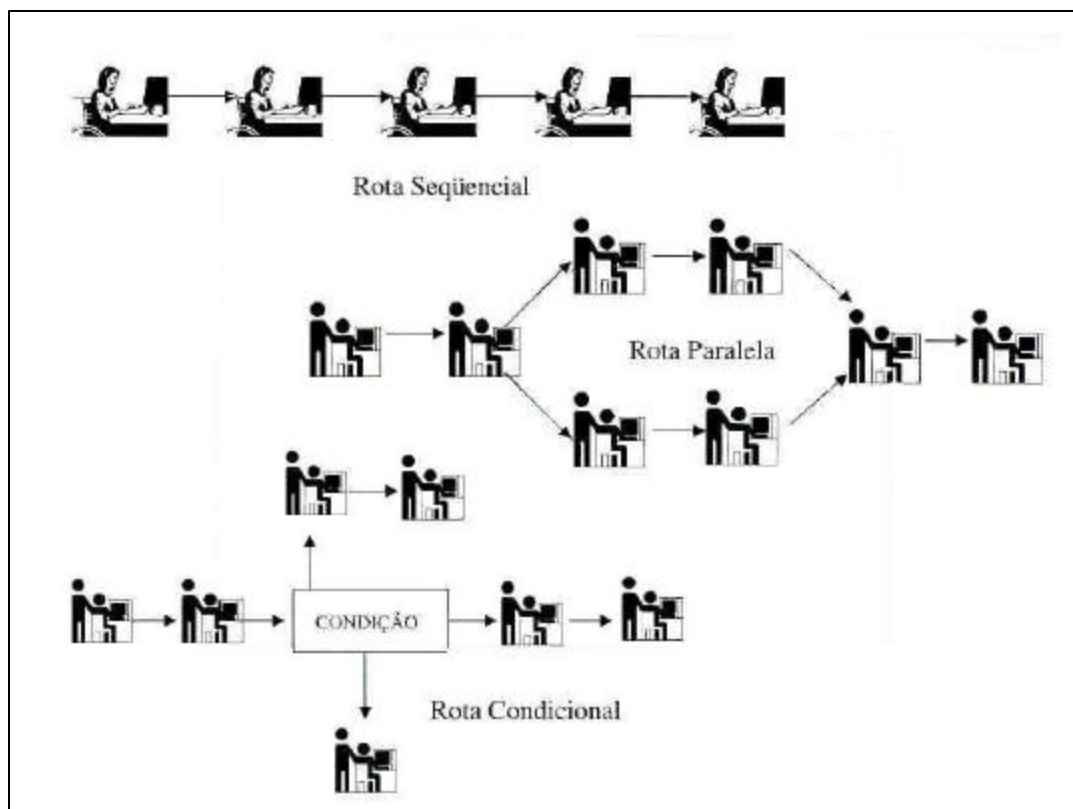


Figura 2.5 – Alguns tipos de rotas de *Workflow*

É claro que num ambiente automatizado não existirá somente um tipo de caminho definido, nem os caminhos serão todos de um só tipo. Num sistema *Workflow* é comum existirem múltiplos tipos de caminhos.

A possibilidade de gerenciar inúmeros documentos e caminhos ao mesmo tempo faz dos atuais sistemas de *Workflow* o que há de mais avançado em automatização de processos. Entretanto, qualquer que seja o sistema *Workflow* adotado na empresa é preciso que alguns cuidados sejam tomados quando se pensa em automatizar fluxos de trabalho.

Em termos de rotas ou caminhos, a principal preocupação é que o sistema que se pretende implantar na empresa permita que a informação flua através de variadas formas de rotas ou caminhos, pois disso dependem as inúmeras possibilidades de processamento das informações existentes.

2.9 - Natureza do sistema *Workflow*

São componentes intrínsecos da natureza de um sistema *Workflow*: a duração, o evento e o objeto.

Uma das abordagens com que pode-se tratar *Workflow* é como esse tipo de sistema pode tratar os eventos tendo como base o tempo necessário para executá-los.

Isso significa que pode-se fazer com que eventos sejam tratados num tempo otimizado com base na definição de regras específicas para processamento, intrínsecas a cada evento, ou seja, cada evento, ao processar um objeto, deve fazê-lo na forma otimizada quanto ao tempo de execução, dados os parâmetros previamente programados para processar cada objeto.

2.9.1 – Duração

A duração ou tempo de processamento de um objeto possui sempre dois componentes:

- **Duração Necessária:** é o intervalo no qual um passo deve ser executado. Esse tempo deve ser estimado em função das condições de executabilidade do passo e do tempo total necessário para que o processo possa completar um ciclo. A executabilidade de um passo está diretamente ligada às condições que a suportam, tais como: tecnologia,

instalações e conhecimento por parte dos recursos humanos encarregado de executá-los; e

- **Duração Viável:** É o tempo no qual, efetivamente, o passo é executado. Esse tempo torna-se conhecido por meio de registro histórico da média de tempos realizados em determinado período.

A duração é a principal componente da natureza do ambiente *Workflow*, pois os outros dois, eventos e objetos, têm suas existências reguladas por ela.

2.9.2 – Evento

O evento é o menor componente de um sistema *Workflow*. É também denominado de ocorrência de algum fato.

Um evento pode ser de um dos cinco tipos abaixo:

- **Inicialização:** É o evento que dá início a instância ou caso. Esse evento pode ser simples, como quando um usuário se conecta ao sistema, ou complexo, quando dispara inúmeros outros eventos ao mesmo tempo;
- **Notificação:** É um evento que existe em decorrência de outro evento de *Workflow*. É, geralmente, uma mensagem eletrônica que indica a ocorrência de fim de processo, por exemplo, embora possa disparar outro evento;
- **Interação ou negociação:** É a execução repetitiva de um objeto por várias tarefas, seguindo as mesmas regras todo o tempo. Um documento que necessite ser assinado três vezes é um bom exemplo;

- **Dependência:** É um evento de espera. Ocorre, por exemplo, Quando um objeto aguarda por outro objeto que é pré-requisito de seu processamento;
e
- **Finalização:** É o último evento de um objeto dentro de um sistema *Workflow*.

2.9.3 – Objeto

Um objeto em um sistema de *Workflow* é a reunião, em um só componente, de dados e funções como regras e procedimentos. As regras e procedimentos servem para que a informação da instância ou caso possa ser processada de acordo com o que foi estabelecido em sua criação.

Esse tipo de abordagem serve, entre outras coisas, para fazer com que todos os atores, responsáveis por um papel ou *role*, evitem os possíveis desvios provocados pela confusão de entendimento de sua função.

Um sistema *Workflow* atual deve dispor de ferramentas que permitam criar, gerenciar, modificar objetos, além de permitir relacioná-lo com outros objetos, transportando entre eles dados e funções.

2.10 - Documentos inteligentes

A caracterização de documento em inteligente ocorre quando os mesmos permitem a incorporação de vários tipos de objetos.. Essa utilização é a mais simples de um sistema de *Workflow* e serve, principalmente, para aplicações de automação de escritório.

Segundo Kobelius (1997), a incorporação de objetos em um documento deve fazer uso de padrões como o *Office Document Architecture* – ODA e de recursos como *Dynamic Data Exchange* - DDE, *Object Linking and Embedding* - OLE e de outros que permitam em um documento, anexar outro documento, imagens, sons, dados e informações.

A automação de escritório pode ser considerada como uma das primeiras tentativas de automatização de fluxo de trabalho, pois baseia-se na integração do trabalho das pessoas, trazendo como consequência um aumento de produtividade.

2.11 - INTERNET/INTRANET/EXTRANET

Os sistemas atuais de *Workflow* não podem deixar de interagir com a tecnologia Internet, Intranet e Extranet, conhecida como NET. Assim, os sistemas de *Workflow* devem usar como meio para operacionalizar o fluxo de trabalho, o correio eletrônico ou *e-mail*, pois, através desse, se interage com usuários ou clientes no mundo.

Através da rede mundial pode-se aplicar a última palavra em trabalho cooperativo, que atende pelo nome de *equipe virtual*. Esse tipo de equipe permite organizar o trabalho sem a necessidade que todos os seus integrantes estejam presentes no mesmo ambiente físico, ou seja, na sede de uma empresa.

A automação dos processos de negócios na *World Wide Web* – WWW traz inúmeros benefícios, como por exemplo: a redução do ciclo de tempo do processo; aumento da produtividade; melhoria do relacionamento com o cliente, empregado, parceiros; redução nos custos; e a habilidade de operação global com redução nos custos de infra-estrutura.

Observa-se que sistemas de *Workflow*, que não permitam sua integração com as tecnologias NET, não atendem a realidade vigente da Tecnologia da Informação – TI.

2.12 - Ambiente do sistema *Workflow*

Um sistema *Workflow* não pode ser implementado isoladamente, necessitando de tecnologias que participam como infra-estrutura de suporte.

O conjunto dessas tecnologias é denominado Ambiente *Workflow* ou *Workflow Environment*, que é dividido em três componentes: o *hardware*, o *software* e o Sistema de *Workflow*.

Caso se apresente restrições ou uso de tecnologias ultrapassadas no conjunto *hardware-software-Workflow*, proporcionalmente menores serão as funcionalidades disponíveis, podendo refletir no grau e na profundidade dos ganhos de produtividade do fluxo de trabalho automatizado.

2.12.1 – *Hardware e Software*

O componente *hardware* ou plataforma de *hardware*, que suportará o sistema *Workflow*, divide-se em duas partes: computador e rede.

A base para a existência de um ambiente *Workflow* é a rede, sobre a qual esse ambiente será implantado. A arquitetura de rede mais usual, a cliente-servidor, permite a integração entre estações cliente e diversos servidores, entre eles o de Internet, o de *e-mail* e o de Banco de dados, podendo, inclusive, dependendo do sistemas de *Workflow*, ser necessário um servidor específico para este.

O componente *software* deve, também, acompanhar o avanço da tecnologia, seja no tocante ao sistema operacional, bem como em relação aos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados – SGBD.

Diante da possibilidade de tratamento de documentos inteligentes, poderá ser necessário a integração do sistema *Workflow* com *softwares* específicos para processamento de objetos anexados ao documento.

2.12.2 – Sistema de *Workflow*

Um sistema de *Workflow* deve atender a algumas especificações básicas, conforme relacionado abaixo:

2.12.2.1 – Parte cliente

A parte cliente de um sistema *Workflow* deve ser composta, ao menos, pelos seguintes módulos:

- **Módulo com ferramentas para desenho do *Workflow*:** Módulo que permite a criação dos modelos que serão usados no fluxo de trabalho. Esse módulo deve ser gráfico;
- **Módulo com ferramentas para ativação do *Workflow*:** Esse módulo tem a responsabilidade de ativar os modelos utilizados no fluxo de trabalho, fazendo com que suas funcionalidades sejam executadas ao longo do fluxo de trabalho; e
- **Módulo com ferramentas para roteamento e verificação do *Workflow*:** Esse é o módulo responsável por duas atividades fundamentais para a automatização de qualquer fluxo de trabalho. O gerenciamento das rotas e

a verificação do andamento dos trabalhos permitem um gerenciamento proativo de todas as ocorrências, casos ou instâncias, tratadas dentro do *Workflow*.

2.12.2.2 – Parte servidor

A parte servidor de um sistema *Workflow* deve ser composta, ao menos, pelos seguintes módulos:

- **Módulo de gerenciamento dos serviços *Workflow*:** Todas as funcionalidades de um sistema *Workflow* são gerenciadas por esse módulo. Ativação e desativação de modelos, roteamento, verificação, manutenção de grupo e usuários, de regras, de rotas são as atividades executadas por este módulo;
- **Módulo de gerenciamento dos serviços de banco de dados:** Esse módulo é responsável pela utilização concorrente do ambiente transacional; e
- **Módulo de transporte de mensagens e comunicações:** Todas as comunicações e o transporte de mensagens são gerenciadas por esse módulo. Não somente as comunicações internas, mas também, entre essas pessoas e o mundo exterior, por meio das facilidades de telecomunicações, em especial pela tecnologia NET.

2.12.2.3 – Parte visível

Baseado em um sistema Workflow de nível 3, ou seja, Produção/transação, por ser o mais oferecido no mercado segundo Cruz (1998), a parte visível deve ser, ao menos composta, pelos seguintes módulos:

- **Caixa de Ferramentas:** É um conjunto de ferramentas de desenvolvimento de aplicações que permite automatizar fluxos de trabalho, construir formulários eletrônicos e prover extensão ao código de uma linguagem Visual. A mais importante é a que permite modelar os procedimentos;
- **Modelagem de Procedimentos:** Sendo procedimento um conjunto inter-relacionado de tarefas, esta ferramenta deve permitir modelar graficamente fluxos de trabalho, definindo inclusive as etapas, ações, tarefas e execuções de eventos automáticos. Deve permitir, também, o desenho e a construção de formulários eletrônicos, definindo consulta SQL aos sistemas de informação;
- **Administração:** É, geralmente, um produto que permite realizar análise dos dados históricos dos procedimentos e estabelecer medições de rendimento da organização, mediante a monitorização do processo em tempo real. Torna possível a geração de estatísticas e gráficos. É importante e imprescindível para o apoio à gestão do processo;

- **Linguagem de programação SQL-GUI:** É a capacidade que um sistema de *Workflow* tem de interagir com qualquer aplicação existente na empresa sem estar amarrado a ela. Isso possibilita que a aplicação possa ser modificada sem a obrigação da modificação no sistema de *Workflow* ou vice-versa. Esse módulo é uma ferramenta para facilitar a construção interativa de consultas a bases de dados para poder tratá-los como elementos dentro dos formulários do *Workflow*. Essa linguagem transformou os principais comandos da linguagem SQL em elementos gráficos, contendo todos os componentes característicos das aplicações estilo Windows;
- **Agenda:** Módulo que alguns sistemas de *Workflow* têm para permitir aos usuários agendar compromissos e atividades de forma integrada. Esse módulo usa os princípios do trabalho cooperativo para permitir o compartilhamento dos recursos existentes na empresa;
- **Módulo Internet/e-mail:** Os sistemas mais sofisticados permitem tanto integrar os processos de negócio de uma empresa com o mundo e seus clientes, como realizar o roteamento integral entre as atividades que estejam fora e dentro da Internet com segurança e eficiência; e
- **Módulo Usuário:** Deve ser um ambiente operacional baseado em *Workflow*, com uma poderosa capacidade de integração, de fácil manejo,

pensado e orientado para usuário final. Sua interface gráfica permite a qualquer usuário desenvolver seu trabalho de forma amigável e segura, sem precisar ser um especialista, já que cada componente da aplicação corresponde claramente a sua função dentro do processo produtivo. Esse módulo deve prover elementos que permitam uma administração integral da informação por meio de pastas, pelas quais o usuário pode visualizar e realizar distintas ações sobre as mensagens e objetos que lhe são enviados, através de ícones, que facilitam as execuções das etapas.

2.13 - Implantação do sistema *Workflow*

Segundo Kobelius (1997), o *Workflow* baseia-se em dois alicerces: a organização do fluxo do trabalho e os *softwares* que suportarão todo o processo. O sistema *Workflow* ao ser implantado possibilita a reorganização do fluxo do trabalho, racionalizando na busca da eficácia e eficiência do processo.

2.13.1 – Ciclo de desenvolvimento do *Workflow*

O Ciclo de desenvolvimento do *Workflow* tem cinco etapas:

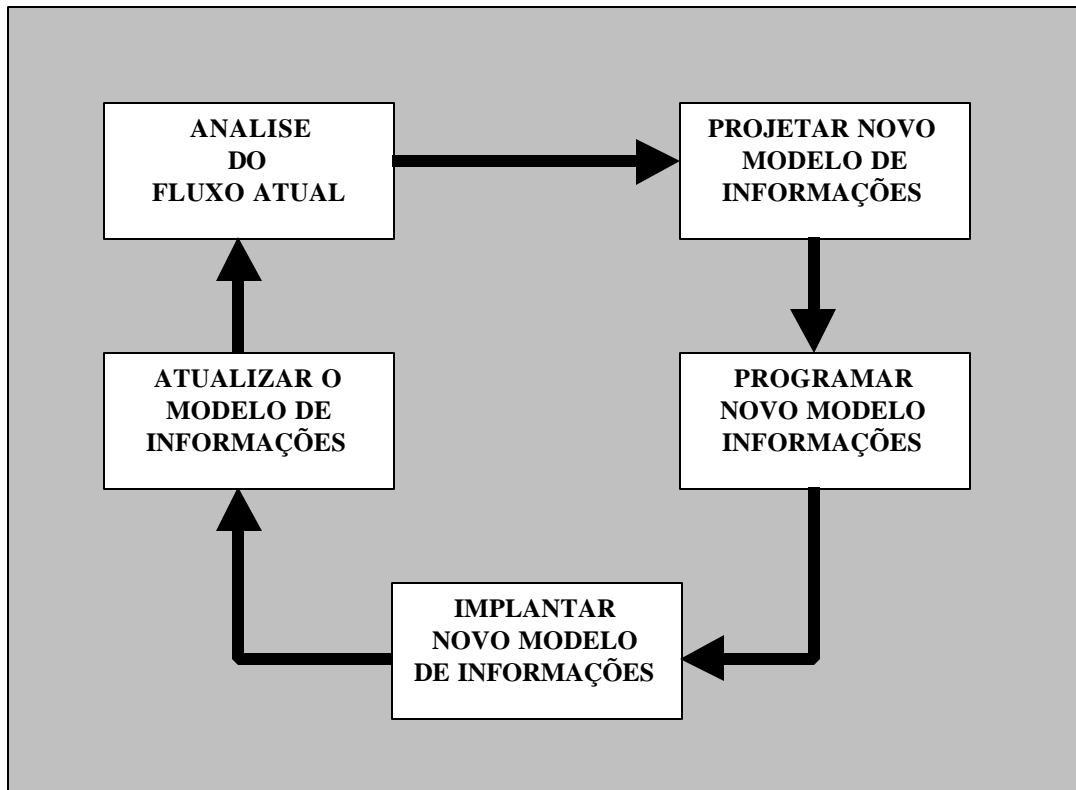


Figura 2.6 – Ciclo de desenvolvimento do *Workflow*

2.13.1.1 – 1ª Etapa: Análise do fluxo de trabalho atual

A partir do modelo atual pode-se projetar um novo modelo de informação.

São três os grandes momentos desta análise:

- levantamento de como o processo é executado hoje;
- a determinação das melhorias que precisam ser implementadas; e
- a elaboração do modelo conceitual do novo processo.

2.13.1.2 – 2ª Etapa: Projetar o modelo de informações do fluxo de trabalho que se quer automatizar

Após a reorganização que o fluxo possa ter sofrido, pode-se seguir levantando os seguintes itens:

- escolha do modelo de informação mais adequado; e
- determinação da composição deste modelo de informação.

Não se pode esquecer que o modelo de informação é o conjunto de objetos que faz parte de um fluxo de trabalho e que tem por função dar-lhe existência por meio da automatização dos procedimentos.

O modelo da informação deverá descrever a estrutura e os atributos dos vários tipos de objetos, tais como formulários, documentos, pastas e tudo que se relacione com eles, envolvidos no procedimento que a empresa quer automatizar.

As etapas que devem ser cuidadosamente levantadas:

- **Início:** Sob quais condições o processo se inicia;
- **Programação:** Descrição dos tempos máximo e mínimo permitidos para cada atividade;
- **Pré-condição:** Estabelecimento da forma em que determinado ator ou *role* pode iniciar a atividade correta;
- **Execução:** Descrição dos tipos de ferramentas, aplicações, metodologias e técnicas usadas para processar um item de trabalho;
- **Notificação:** descrição das condições sob as quais as pessoas serão notificadas sobre um evento do processo;

- **Pós-condição:** Estabelecimento do momento em que determinada pessoa pode completar certa atividade e o que deve ocorrer quando ela for terminada;
- **Segurança:** Descrição de quem está autorizado a participar do processo, que funções será autorizado a executar e que informações poderão ser manuseadas;
- **Auditoria:** Descrição de quais eventos serão auditados e em que nível de detalhamento; e
- **Término:** descrição das condições em que o processo deverá terminar ou ser interrompido.

Para projetar o novo modelo de informação, o sistema de *Workflow* necessitará da definição dos seguintes elementos:

- **Objetivo do Procedimento (OP):** O objetivo geral é a gestão do fluxo de trabalho por meio de seus documentos, a fim de torná-lo mais ágil, seguro, eficiente e eficaz;
- **Papéis do Workflow (AP):** Definição de quem vai participar do ambiente *Workflow*, isto é, quais serão os atores que executarão as tarefas necessárias para que cada etapa do procedimento seja cumprida. Os papéis podem ser grupais ou individuais. É por meio dessa definição que o sistema *Workflow* poderá distribuir corretamente as tarefas que devem ser executadas;
- **Rota do Procedimento (RP):** Definição das rotas que os documentos, formulários, instruções, a informação, enfim, devem percorrer para que o

procedimento tenha vida. Como já foi verificado existem vários tipos de rotas, seqüencial, paralela e condicional. Observa-se que devem ser definidos neste momento o controle de filas de entrada e de saída de documentos;

- **Documentos e Formulários (DF):** No ambiente *Workflow*, documentos e formulários são veículos para os dados do caso, ou instância, que devem ser processados para que o trabalho seja realizado. Esses elementos podem conter vários tipos de dados, texto, imagem, planilhas e som;
- **Mensagens:** Que serão utilizadas nos mais diversos níveis do *Workflow*;
e
- **Pastas:** As pastas necessárias aos mais diversos momentos do fluxo de trabalho. De uso pessoal, de classificação, associadas a um papel, e informativas.

2.13.1.3 – 3ª Etapa: Programar o modelo de informação

Tal programação deverá definir o detalhamento de cada um dos elementos contidos nele.

Essa etapa pode variar com o *software* escolhido, entretanto, algumas características são encontradas em todos os produtos disponíveis no mercado. São elas:

- **Definição do procedimento:** Um procedimento automatizado é constituído dos seguintes níveis e elementos;

- **Propriedades globais do procedimentos:** nome, descrição, calendário, prazos, pastas de controle, definição de ícones, tempo de duração, entre outros dados;
- **Definição das etapas que compõem os níveis do procedimento:** nome, descrição, formulário, parâmetros de controle, calendário, duração, entre outros dados;
- **Ações que devem ser executadas em cada uma das etapas:** Representação através de ícone com suas respectivas propriedades. Eventos que, associados às etapas, fazem fluir os documentos através do fluxo de trabalho;
- **Programação das propriedades do evento.** Cada etapa poderá conter um ou mais eventos que devem ter as seguintes características: nome, pasta, destino e parâmetros;
- **Definição das autorizações:** Definição de níveis de autorizações, tanto para modificar procedimentos, papéis como para criar mensagens;
- **Pastas que conterão os casos, ou instâncias:** Definição dos repositórios dos casos, ou instâncias do fluxo de trabalho. Têm as mesmas características das pastas comuns, contendo documentos, imagens, fotos, textos e sons; e
- **Papéis, tanto usuários, quanto funcionais:** Criação dos papéis físicos, ou pessoais, atribuídos a pessoas e os papéis lógicos, ou funcionais, ou seja as funções a ser desempenhadas no procedimento. Após a criação,

deve-se definir o direito de acesso às pastas e aos procedimentos que pode acessar.

2.13.1.4 – 4ª Etapa: Implantar o *Workflow*

Apresentam-se aqui algumas etapas que não devem ser menosprezadas na implantação de um sistema *Workflow*:

- Treinamento dos analistas responsáveis pela implantação do sistema, com a finalidade de dar segurança ao usuário final na forma de suporte; e
- Treinamento do usuário final.

A implantação pode ocorrer das seguintes formas:

- Em paralelo com o fluxo anterior;
- Com descontinuação parcial do fluxo anterior;
- Com descontinuação total do fluxo anterior; e
- Com sobreposição do fluxo anterior pelo novo.

2.13.1.5 – 5ª Etapa: Atualizar o modelo de informação implantado

Uma etapa de revisão é importante, à medida que se tiver a intenção de melhorar continuamente o sistema implantado.

A revisão do modelo implantado é baseado no uso de ferramentas que permitem verificar o desempenho de cada etapa do fluxo de trabalho. Essas ferramentas, geralmente, coletam dados em tempo real e abrangem três níveis: o total,

o de um grupo de etapas e o de uma atividade específica. Essas informações são disponibilizadas através de gráficos e dados estatísticos.

Decorrente da análise dos dados de desempenho pode-se planejar e programar as atualizações necessárias para uma melhoria contínua do modelo implantado. Para tal pode-se seguir o seguinte modelo:

- Maximizar na origem a captura dos dados relevantes;
- Maximizar o número de atividades, executando-as em paralelo;
- Minimizar o número de atividades ou participantes no processo;
- Minimizar o número de formulários no processos;
- Minimizar o tempo em que o trabalho fica na fila esperando para começar ou terminar;
- Minimizar o tamanho das filas internas;
- Minimizar o tempo necessário para iniciar aplicações externas; e
- Minimizar o tempo necessário para transferir trabalho entre atividades.

2.14 - Padrões para o sistema *Workflow*

Em 1995, os principais fabricantes criaram a *Workflow Management Coalition* – *WfMC*, para ser o órgão coordenador dos trabalhos de padronização do ambiente *Workflow* e a interoperabilidade entre as ferramentas.

Todo *software* de *Workflow* comprometido com a padronização deve conter um módulo interno de conectividade a vários tipos de bancos de dados e convivência

com uma multiplataforma de *hardware* e *software*. A esse módulo denominamos API - *Application Program Interface*.

Essa interface possibilitará interoperabilidade de um fluxo de trabalho automatizado através de todo e qualquer tipo de rede, banco de dados e outros equipamentos com os quais sejam necessário interagir.

Outra preocupação que o sistema *Workflow* deva possuir é conter a abertura para tecnologias, que as mais diversas aplicações necessitarão, como *software* para *e-mail*, gerenciadores de textos, planilhas, que não necessariamente precisam ser do mesmo fabricante do *software* de *Workflow*.

A API deve possibilitar a integração de elementos como *Object Linking and Embedding* - OLE, *Messaging Application Program Interface* - MAPI, *Open Document Management API* - ODMA, *Structure Query Language* - SQL e *Open Database Conectivity* - ODBC.

Assim, a WfMC criou um modelo considerado como referência para o ambiente *Workflow*. Baseado no princípio que deve-se interagir com um número ilimitado de tecnologias, criou-se o modelo baseado em seis pontos principais:

- ferramentas para definição do processo;
- serviço *Workflow*;
- interface com o usuário;
- links com outras aplicações e serviços;
- ferramentas que transferem trabalho para outro serviço *Workflow*; e
- ferramentas de administração e monitoramento.

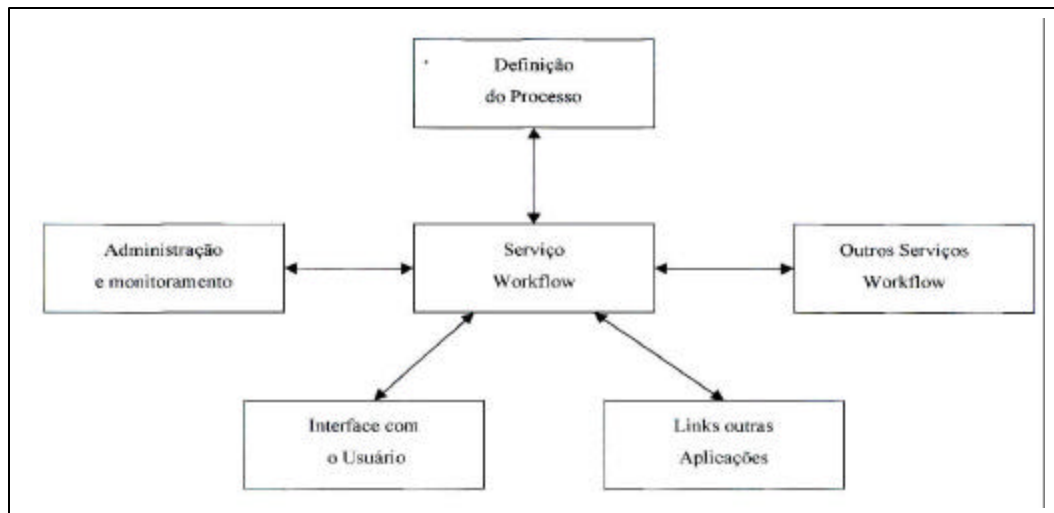


Figura 2.7 – Modelo de referência *Workflow* (Kobelius, 1997, página 48)

Atualmente, já estão aceitos os padrões relativos as interface 1 – definição de processos de negócio, 2 – aplicação de API, 4 – Interoperabilidade e 5 – ferramentas de monitoração e administração. Ainda está em discussão a interface 3 – interface de chamada de aplicação.

Está para ser lançado um protocolo para o uso de *Workflow* nas operações da Internet e das Intranets, o SWAP - *Simple Workflow Access Protocol*.

2.15 - Benefícios do uso do sistema *Workflow*

Os principais benefícios da utilização da tecnologia *Workflow* são:

- integridade e integração dos processos;
- aumento da produtividade;
- aumento da comunicação interna;

- disseminação do ciclo do processo; e
- métrica de processos.

2.16 - Segmentação de mercado

Todos os *softwares* para sistemas *Workflow* podem ser classificados dentro de um gráfico onde pode ser caracterizado o seu tipo: ad-hoc, Produção, Orientado a Objeto – OO e baseado no Conhecimento; e seu ambiente de desenvolvimento, ou seja, centrado no Processo ou no Documento ou no *e-mail*. Na Figura 2.8 é apresentado esse gráfico, classificando os *softwares* de alguns dos fornecedores de *Workflow*.

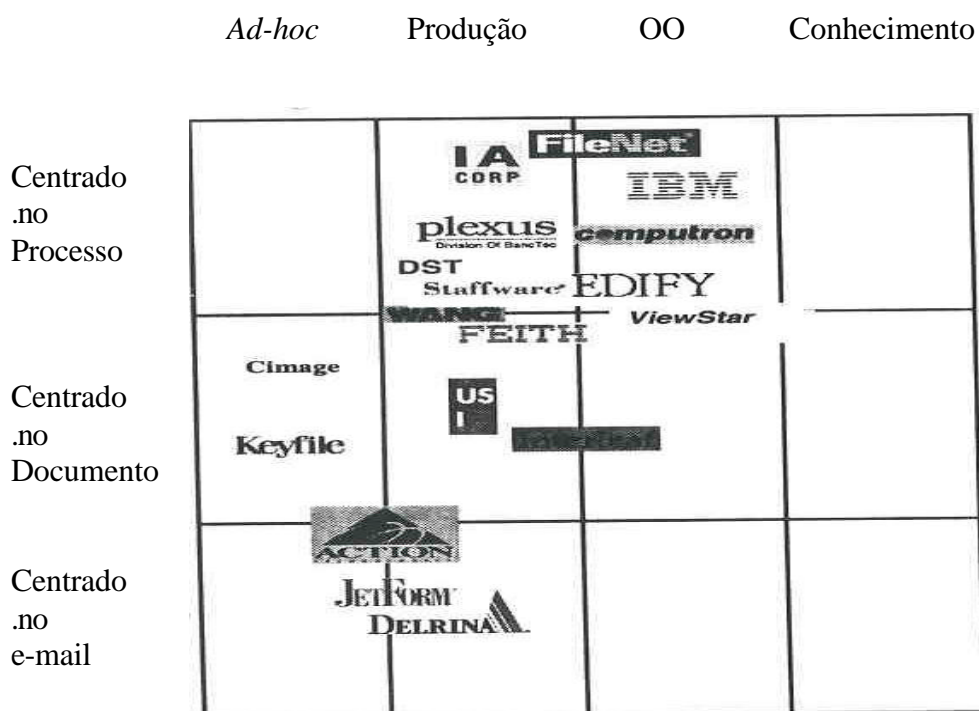


Figura 2.8 – Gráfico de classificação de *software* de *Workflow* (Scultey, 1997, página 52)

2.17 - Banco de dados temporais

Os bancos de dados relacionados a um sistema *Workflow*, em especial, os internos ao *software* aplicativo, que têm como finalidade a administração e monitoramento do fluxo, devem possuir tratamento de tempo. Esse tipo de banco de dados, que trata o tempo, é denominado banco de dados temporais.

Segundo Costa e Edelweiss (1989), Elmasri (1991) e Navathe e Tanaka (1994), nos casos de relacionamento do tempo ao banco de dados, todas as atualizações, inclusão, alteração e exclusão devem ser executadas na ordem temporal de sua ocorrência no mundo real. Portanto, não será possível fazer atualizações referentes ao passado.

O tempo não deve ser incorporado diretamente aos registros, mas através da definição de fatos específicos. A cada inclusão, alteração ou exclusão de uma informação no banco de dados, deverá ser incluído um fato, associando os dados dessa informação ao dia e à hora daquele evento.

A informação propriamente dita, nesse caso, será incluída somente no momento de sua primeira definição, ficando presente a partir desse momento. O fato da informação estar, em algum momento posterior, definida ou não, será determinado pela informação correspondente aos momentos de inclusão, alteração ou exclusão.

Para que seja possível a manipulação das informações contidas nos banco de dados, será necessária a definição de atributos que indiquem a sua existência, ou não, no instante considerado.

Segundo Edelweiss (1998), nos últimos 20 (vinte) anos muitas pesquisas foram realizadas com o objetivo de definir conceitos e estratégias para tratar as informações temporais. Para que seja possível o registro da evolução dos dados com o passar do tempo, é necessário associá-los aos dados armazenados, identificando quando a informação foi definida ou o tempo de sua validade.

A noção de tempo, como datas, períodos, duração de validade surge em diferentes níveis: a) na modelagem de dados; b) na linguagem de recuperação e manipulação de dados; e c) na implementação do SGBD.

2.17.1 – Conceitos de representação temporal

As definições completas dos conceitos aqui apresentados podem ser encontradas em Jensen (1994).

Dimensão temporal – Os modelos de dados tradicionais apresentam duas dimensões: a primeira, as instâncias dos dados em linhas de uma tabela, e a segunda, os atributos de cada instância através das colunas de determinada tabela. Cada atributo de uma instância apresenta um só valor, caso seja feita alteração deste valor, o anterior é perdido.

Os modelos temporais acrescentam mais uma dimensão aos modelos tradicionais, a dimensão temporal. Essa dimensão associa alguma informação

temporal a cada valor. Segundo Edelweiss (1998), caso o valor de um atributo seja alterado, o valor anterior não é removido do banco de dados; o novo valor é acrescentado, associado a alguma informação que define seu tempo inicial de validade. Desse modo, é possível acessar toda a história dos atributos, sendo possível analisar sua evolução temporal.

Ordem no tempo – A dimensão temporal é composta por uma seqüência de pontos consecutivos no tempo, que recebe o nome de eixo temporal. A definição de uma ordem a ser seguida no tempo é fundamental. Quando na ordenação se trabalha com uma só história passada e admite-se múltiplas histórias futuras, determina-se a combinação “passado linear, futuro ramificado”. Essa combinação consegue representar a realidade atual de uma forma bastante fiel.

Tempo absoluto – Consiste de uma informação temporal que define um tempo específico associado a um fato. Exemplo: José morreu em 10/10/1999.

Tempo relativo – Quando sua validade é relacionada à validade de outro fato. Exemplo: a gasolina aumentou ontem.

Varição temporal - Duas formas são aceitas de variação temporal, o tempo contínuo e o tempo discreto. Os modelos de dados que suportam a noção discreta de variação temporal são baseados em uma linha de tempo composta de uma seqüência de intervalos temporais consecutivos de idêntica duração, chamadas de *chronons*.

A variação temporal discreta pode ser das seguintes formas: a) variação ponto a ponto – onde o valor definido vale somente no ponto temporal onde foi definido; b) variação por escada – onde o valor fica constante desde o ponto em que foi definido até o instante em que outro valor seja definido; e c) variação temporal definida por

uma função – existe uma função que define os valores e que permite a interpretação para obter os valores nos pontos não definidos.

É importante observar que a variação por escada corresponde, geralmente, à definição de valores, em consequência da ocorrência de eventos.

Granularidade temporal – A granularidade temporal de um sistema consiste na duração de um *chronon*. Entretanto, dependendo da aplicação considerada, às vezes, é necessário considerar simultaneamente diferentes granularidades (minutos, dias, anos) para permitir uma melhor representação da realidade. Embora o *chronon* do sistema seja único, é possível manipular essas diferentes granularidades.

2.17.2 – Classificação de bancos de dados temporais

Um banco de dados temporal é aquele que apresenta alguma forma implícita de representação de informações temporais. Podem ser utilizados o tempo de transação e/ou o de validade para representar essa informação temporal. Esses bancos de dados podem ser classificados em quatro diferentes tipos:

2.17.2.1 – Banco de dados instantâneos

Correspondem aos bancos de dados convencionais, onde são armazenados os valores presentes. A cada modificação no atributo, o valor anteriormente armazenado é descartado e somente o último valor está disponível;

2.17.2.2 – Banco de dados de tempo de transação

Associação de cada valor definido com o tempo de transação, sob a forma de rótulo temporal. Esse tempo é fornecido automaticamente pelo SGBD, sendo esta operação transparente ao usuário;

2.17.2.3 – Banco de dados de tempo de validade

Associa a cada informação, somente, o tempo de sua validade no mundo real. Esse pode representar o início de sua validade, somente, naquele ponto no tempo, ou seu intervalo de validade. O tempo de validade deve ser sempre fornecido pelo usuário.

Caso ocorra que o dia em que é procedida a atualização do campo não coincida com o dia em que começa sua validade, a data de início da validade pode ser armazenada como um atributo explícito; e

2.17.2.4 – Banco de dados bitemporais

Forma mais completa de armazenar informações temporais, nos quais os tempos de transação e de validade são associados a cada informação. Assim, pode-se saber não somente o valor atual de um atributo, como o valor que era válido em qualquer data passada e ainda aqueles que se acreditava como válidos, mas que em datas posteriores foram modificados.

Essa situação é apresentada na Figura 2.9, onde temos um exemplo hipotético de toda a história de atualização do salário de um funcionário chamado João. Observa-se o registro de que momento foi definido os valores ou tempo de transação e do registro de sua validade ou tempo de validade.

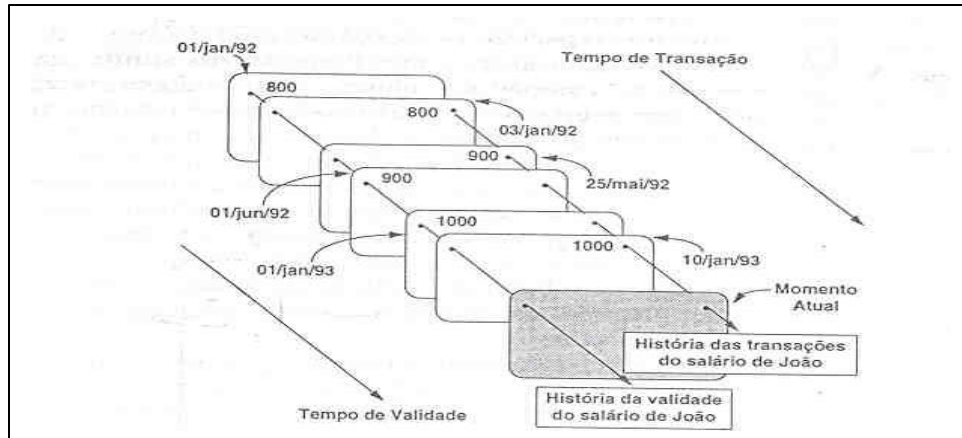


Figura 2.9 – Banco de dados bitemporal (Edelweiss, 1998, página 236)

2.17.3 – Consultas a bancos de dados temporais

Uma linguagem de consulta temporal é importante quando se utiliza um banco de dados temporal. Esse tipo de linguagem deve possibilitar a recuperação de todo tipo de informação, em especial, as informações temporais de modo que se tire o real proveito do acréscimo da dimensão temporal.

Dentre alguns problemas constatados quando do processamento de consultas temporais, podemos citar:

- o grande volume de dados armazenado em um banco de dados temporal implica a determinação de novos métodos de indexação;
- métodos tradicionais de indexação só podem ser utilizados para valores com algum tipo de ordenação completa, com estruturas de acesso para intervalos; e

- manipulação de informações incompletas, a partir da qual devem ser inferidas informações, devido a suas incertezas ou indeterminações.

As consultas temporais dependem do tipo de banco de dados definido. Os bancos de dados instantâneos não apresentam suporte para informações temporais, não permitindo, assim, consultas temporais.

Já, nos bancos de dados de tempo de transação podem ser feitas consultas a valores atuais das informações armazenadas e a valores definidos em tempos passados. Nos bancos de dados de tempo de validade podem ser recuperadas as informações válidas em momentos presentes e passados, além de valores armazenados sob forma de previsão para o futuro, de acordo com a atual percepção da história das informações.

Os bancos de dados bitemporais permitem que sejam elaboradas consultas a respeito de valores atuais, passados e futuros, considerando o tempo de transação e o de validade. Qualquer estado do banco de dados pode ser consultado, sendo seu conjunto de estados (passados, atual e futuros) caracterizado como a sua história.

Uma consulta apresenta dois componentes ortogonais: um componente de seleção e um de saída ou projeção, sob este aspecto apresentamos a seguir as diferentes formas de consultas quando utilizados bancos de dados temporais.

2.17.3.1 – Componentes de seleção

O componente de seleção, geralmente, é representado através de uma condição lógica. Quando essa condição envolve informações temporais, é utilizada a

chamada lógica temporal. Essa lógica pode utilizar-se de vários operadores, tais como: os booleanos (antes, depois e durante) e operadores que retornam valores temporais (depois, agora, início, duração).

Segundo Edelweiss (1998), conforme o componente de seleção, as consultas são classificadas em:

- consultas de seleção sobre dados – quando as condições de seleção são estabelecidas somente sobre valores de dados. Exemplo: selecionar os nomes de funcionários que apresentam uma determinada data de nascimento;
- consultas de seleção temporal – são as consultas nas quais somente informações temporais associadas aos dados são analisadas pela condição de seleção. Exemplo: selecionar todos os empregados de uma empresa no ano de 1999; e
- consultas de seleção mista – as condições de seleção atuam não somente nos valores de dados, mas, também, nas informações temporais associadas a eles.

2.17.3.2 – Componentes de saída ou projeção

Nas consultas podem ser solicitados valores de dados e/ou valores relativos às informações temporais associadas aos dados.

Ainda segundo Edelweiss (1998), conforme o componente de projeção, as consultas são classificadas em:

- consultas de saídas de dados – nas quais as informações selecionadas correspondem exclusivamente a valores de dados;
- consultas de saídas temporal – recuperam informações abstraídas das informações temporais associadas aos dados. Deste modo, podem ser recuperados pontos no tempo, em intervalos temporais e nas durações temporais; e
- consultas de saídas mistas – recuperam simultaneamente valores de dados e valores temporais associados a estes dados.

Como não tem sentido uma consulta temporal sem apresentar algum outro dado envolvido, entre as possíveis combinações entre os componentes de seleção e de saída de uma consulta, somente a combinação de seleção temporal com saída temporal não pode ser utilizada.

2.17.4 – Modelagem de sistema *Workflow*

Segundo Edelweiss (1998), um dos maiores problemas detectados na gerência de um sistema de *Workflow* é o controle dos problemas decorrentes da coordenação das atividades. Mesmo nos processos administrativos mais comuns, não é possível controlar todas as atividades envolvidas. A necessidade de desenvolver sistemas em que gerenciem o fluxo de trabalho com eficiência levou ao desenvolvimento de técnicas de modelagem específicas para estas aplicações.

Conclui-se, então, que num modelo de sistema *Workflow* devem estar representados os processos, os passos dos quais os processos são compostos, dos

agentes responsáveis por cada passo, as restrições temporais à execução de cada um dos passos.

São, exatamente, as restrições temporais que definem a seqüência válida dos passos a serem executados e o seu sincronismo entre os passos. Assim, a representação de informações temporais em modelo de sistemas *Workflow* é de fundamental importância para possibilitar a seqüência e o sincronismo citados.

3. REDES DE PETRI

3.1 - Histórico

Segundo Cardoso e Valette (1997), rede de Petri é uma ferramenta gráfica e matemática que se adapta a inúmeras aplicações em que as noções de eventos e de evoluções simultâneas são importantes. Segundo Rillo (1988), redes de Petri é uma metodologia aplicada na modelagem de sistemas a eventos discretos.

Essa teoria nasceu da tese intitulada “Comunicação com autômatos”, defendida por Carl Adam Petri em 1962, na Universidade de Darmstadt, Alemanha. Entre 1968 e 1976, Anatol W. Holt foi seduzido por este trabalho e, sob sua impulsão, um grupo de pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology-MIT, Estados Unidos, lança as bases do que se tornou as redes de Petri.

Entre as aplicações adaptadas, pode-se citar: avaliação de desempenho, análise e verificação formal em sistemas discretos, protocolos de comunicação, controle de oficinas de fabricação, concepção de *software* tempo real e/ou distribuído, sistemas de informação, sistemas de transporte, logística, gerenciamento de base de dados, interface homem-máquina e multimídia.

Neste texto, foi abreviado o termo redes de Petri como RdP.

3.2 – Vantagens das redes de Petri

As redes de Petri apresentam inúmeras vantagens sobre outros modelos de representação de sistemas a eventos, tais como:

- descreve a ordem parcial entre eventos, o que possibilita levar-se em conta a flexibilidade;
- representa, explicitamente, os estados, bem como os eventos;
- engloba a especificação, modelagem, análise, avaliação de desempenho e de implementação numa única ferramenta;
- utiliza diversos níveis da estrutura hierárquica de controle, em uma única ferramenta, facilitando a integração; e
- descreve precisa e formalmente as sincronizações, possibilitando segurança de funcionamento.

Rillo (1988) acrescenta algumas características vantajosas na utilização de RdP:

- apresenta as questões do projeto do sistema de maneira simples e precisa;
- decompõe o sistema de maneira muito simples;
- formaliza a descrição do sistema;
- facilidade de tratar de sistemas estruturados hierarquicamente ou composto por elementos independentes;
- representa o sistema em diferentes níveis de abstração;
- modela o comportamento dinâmico do sistema, junto com sua estrutura estática; e
- representa processos individuais e inter-relacionados em sistemas distribuídos.

3.3 – Conceitos específicos

Alguns conceitos específicos utilizados na modelagem de RdP:

- **Eventos**: são instantes de observação e de mudança de estado do sistema. Início e final de uma atividade;
- **Atividades**: são *caixas-pretas* utilizadas para recuperar e esconder a evolução do sistema físico entre dois eventos; e
- **Processos**: são seqüências de eventos e de atividades interdependentes.

3.3.1 - Sistemas discretos

O modelo de RdP foi proposto para modelar a comunicação entre autômatos, utilizado para representar sistemas a eventos discretos. Assim, torna-se necessário caracterizar esses sistemas:

- **Sistemas discretizados**: são sistemas estudados somente em instantes precisos. Trata-se de sistemas contínuos observados em instantes discretos. As variáveis de estado evoluem de forma contínua, sem mudança brusca de comportamento, mas é somente a instantes discretos do tempo que há interesse em conhecer seu valor;
- **Sistemas discretos**: são sistemas para os quais os valores das variáveis de estado, ou ao menos de algumas delas, variam bruscamente a certos instantes. Esses instantes não podem, necessariamente, ser previstos;
- **Sistemas a eventos discretos**: são sistemas modelados de tal sorte que as variáveis de estado variam bruscamente em instantes determinados e que

os valores das variáveis nos estados seguintes podem ser calculados diretamente a partir dos valores precedentes; e

- **Sistemas finitos**: número de estados do sistema é finito.

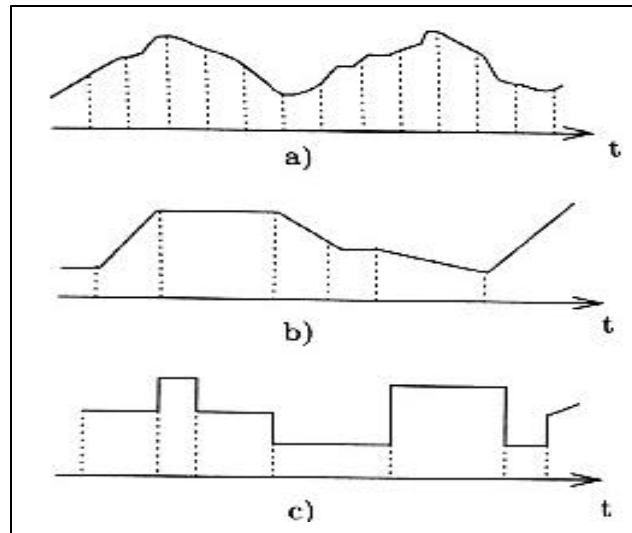


Figura 3.1 – Sistemas a) discretizados, b) discretos, c) a eventos discretos. (Cardoso e Valette, 1997, página 20)

3.4 - Elementos básicos das redes de Petri

São os seguintes elementos básicos na modelagem de RdP:

- **Lugar** - representado por um círculo, pode ser interpretado como uma condição, um estado parcial, uma espera, um procedimento, um conjunto de recursos, etc. Em geral, tem um predicado associado, como livre, em espera, etc. É o elemento passivo do modelo;
- **Transição** – representado por barra ou retângulo, é associado a um evento que ocorre. É o elemento ativo do modelo; e
- **Ficha ou Marca** – representado por um ponto num lugar, é um indicador de que a condição associada ao lugar é verdadeira.

Observa-se a existência de diversas interpretações dos lugares e das marcas, pois as mesmas descrevem entidades abstratas.

3.4.1 – Comportamento dinâmico - Disparo

O estado do sistema é dado pela repartição de marcas nos lugares da RdP, representado, assim, um estado parcial do sistema. A cada evento que ocorre no sistema, é associada uma transição no modelo de RdP. A ocorrência de um evento no sistema é representado no modelo pelo disparo da transição.

O disparo de uma transição consiste em dois passos:

- retirar marcas dos lugares de entrada; e
- depositar marcas nos lugares de saída.

Este disparo pode ser observado na Figura 3.2.

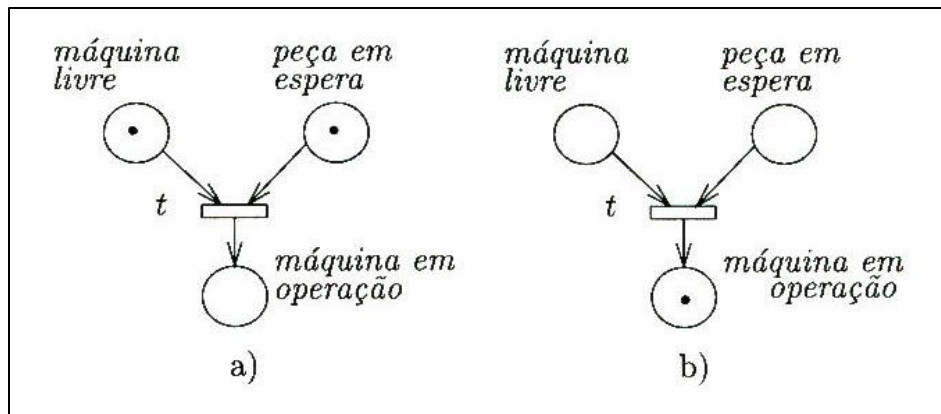


Figura 3.2 – Exemplo de disparo de uma RdP (Cardoso e Valette, 1997, página 29)

O disparo só poderá ser realizado quando a transição estiver habilitada, ou seja, quando todos seus lugares de entrada estiverem marcados. O disparo de uma transição resulta em uma nova marcação.

A Figura 3.2 a) é um exemplo de transição habilitada e a Figura 3.2 b) é exemplo da transição disparada.

3.5 – Interações entre processos

A partir da definição de processo, item 3.3 – Conceitos específicos, sua evolução num sistema pode se dar de forma simultânea ou não, o que gera processos independentes ou relativamente independentes. Assim, existem diferentes formas de interação entre os processos:

- **Cooperação:** os processos concorrem a um objetivo comum, ou seja, independência antes de um ponto de sincronização;
- **Competição:** os processo devem possuir acesso a um dado recurso para realizar sua tarefa, ou seja, existe um partilhamento de recursos, provocando sua independência através de exclusões mútuas;
- **Paralelismo:** os eventos podem ocorrer simultaneamente. Exemplo: computador com vários processadores; e
- **Pseudo-paralelismo:** o paralelismo é apenas aparente e os eventos mesmo independentes nunca serão simultâneos. Exemplo: computador com único processador executando diversas tarefas, sendo que somente executa uma de cada vez.

Os processos podem ainda evoluir em seqüência, síncronas e assíncronas, variantes e caminhos alternativos, repetição e alocação de recursos, conforme apresentados a seguir:

3.5.1 – Seqüência

Considera-se a estrutura dos encadeamentos de eventos (t) e atividades (p) seqüenciais, como representado na Figura 3.3.

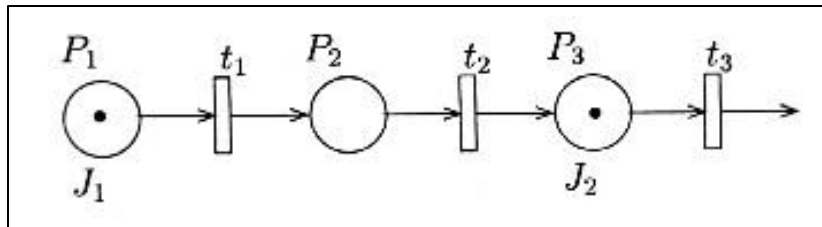


Figura 3.3 – Seqüência de processos (Cardoso e Valette, 1997, página 31)

3.5.2 – Evoluções síncronas e assíncronas

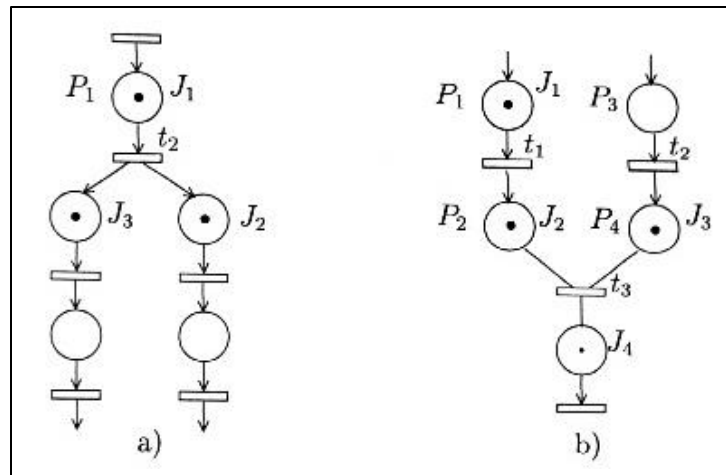


Figura 3.4 – Exemplo de a) divisão e b) junção (Cardoso e Valette, 1997, página 32)

Observa-se na Figura 3.4 a) que na divisão a evolução é síncrona, mas após a divisão são assíncronos. Na figura b) antes da junção a evolução é assíncrona, mas no ato da junção a evolução é síncrona.

3.5.3 – Variantes e caminhos alternativos

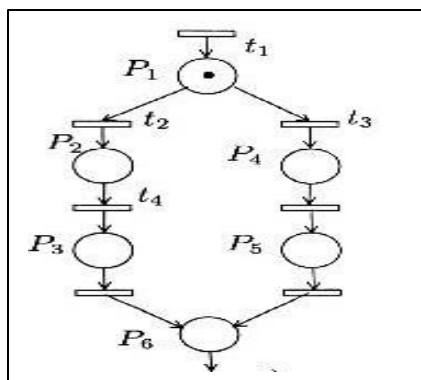


Figura 3.5 – Exemplo de caminhos alternativos (Cardoso e Valette, 1997, página 33 a)

Observa-se na evolução da Figura 3.5 que após a operação $P1$ tem-se a escolha entre as seq ncias $P2-P3$ ou $P4-P5$. A informação da tomada de decisão da escolha deve estar contida no final da operação $P1$.

3.5.4 – Repetição

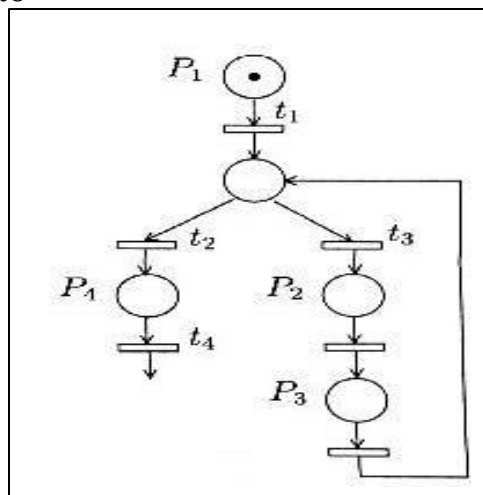


Figura 3.6 – Exemplo de repetição (Cardoso e Valette, 1997, página 33 b)

Dicesare (1993), Murata (1989), Peterson (1981), Reisig (1985), Reisig (1987), Rillo (1988), Zhou (1989) e Zhou (1993).

Conseguimos constatar as seguintes tipologias, com os respectivos teóricos:

1. redes de Petri condição-evento Reisig (1985);
2. redes de Petri lugar-transição Peterson (1981) e Reisig (1987);
3. redes de Petri predicado-transição Jensen (1987);
4. redes de Petri coloridas Jensen (1987); e
5. redes de Petri temporizadas/estocásticas.

3.6.1 – Redes de Petri lugar-transição

Das tipologias citadas, as redes de Petri lugar-transição são as mais divulgadas, devido ao enorme número de livros e artigos publicados. Devido a isso; são normalmente referenciadas, somente, como Redes de Petri ou como núcleo central da teoria.

Este trabalho contempla somente as Redes de Petri lugar-transição, com suas propriedades e conceitos, não esgotando, assim, a totalidade da teoria de redes de Petri, que é muito mais abrangente. Abordaremos, também, algumas características das redes de Petri temporizadas, para estudar uma função muito importante que é o tempo.

3.6.2 – Redes de Petri temporizada

Evolução da teoria de RdP, introduzida por Ramchandani (1974), onde consegue-se representar o tempo. Esse tempo pode estar associado ao lugar ou à transição.

3.6.2.1 – Tempo associado ao lugar

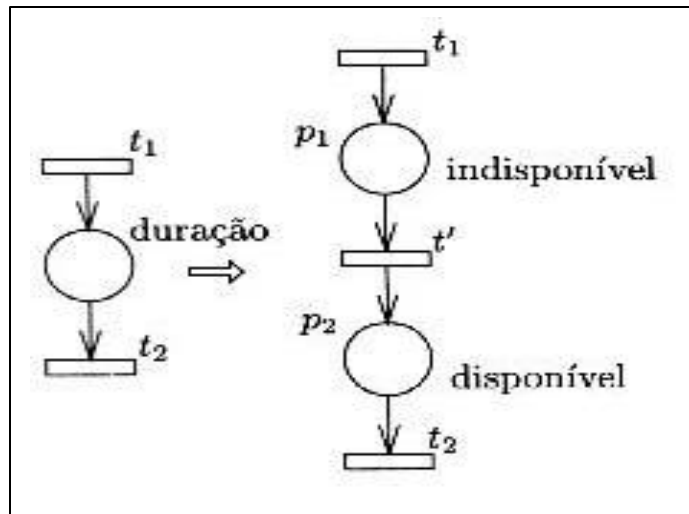


Figura 3.8 – Temporalização de RdP associada ao lugar (Cardoso e Valette, 1997, página 146a)

Esse tipo de RdP consiste na atribuição de uma duração no lugar, pois um lugar representa uma atividade.

3.6.2.2 – Tempo associado à transição

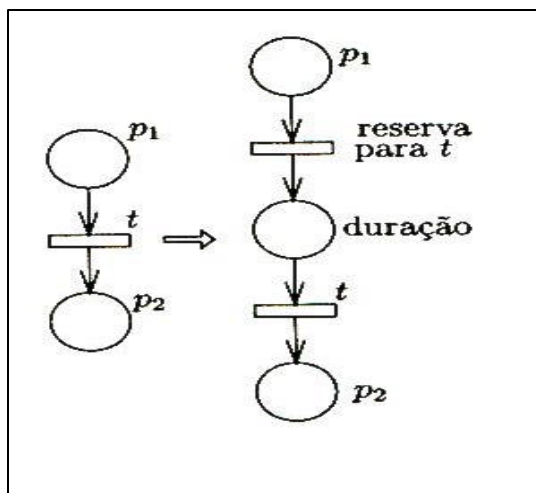


Figura 3.9 – Temporalização de RdP associada à transição (Cardoso e Valette, 1997, página 146b)

Onde determina-se uma duração de tempo para o disparo, ou seja, define a noção de atraso, durante ao qual as marcações não são disponíveis ou visíveis, devido ao disparo não ser instantâneo.

3.7 – Representações das redes de Petri

Uma RdP lugar-transição pode ser representada graficamente ou matricialmente. Ambas permitem verificar se as transições são paralelas ou em conflito, se uma transição está sensibilizada ou não, disparar uma transição e fazer evoluir a rede. Segundo Cardoso e Valette (1997), a característica mais importante do modelo é o fato do mesmo ser formal, ou seja, é possível obter informações sobre o comportamento do sistema modelado.

Segundo Rillo (1988), uma RdP é representada graficamente por um grafo orientado bipartido. Dirigido, pois conecta, através de arcos com seta, lugares a transições e vice-versa e bipartido, pois pode ser particionado em dois conjuntos (lugares e transições).

Uma RdP é uma quádrupla.

$$R = (P, T, I, O)$$

Fórmula 3.1 – Fórmula da rede de Petri

Onde:

- P é um conjunto finito de lugares de dimensão n ;
- T é um conjunto finito de transições de dimensão m ;
- $I: P \times T$ é a aplicação de entrada (lugares precedentes);
- $O: P \times T$ é a aplicação de saída (lugares seguintes).

e:

$$P = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)$$

$$T = (t_1, t_2, t_3, \dots, t_m)$$

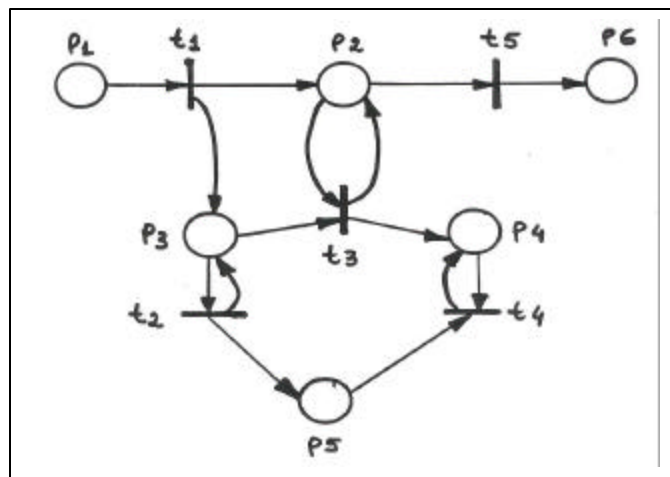


Figura 3.10 – Representação gráfica de uma RdP

Baseado no exemplo de uma RdP, representado graficamente na Figura 3.10, pode-se determinar que:

$$R = (P, T, I, O)$$

$$P = (p1, p2, p3, p4, p5, p6)$$

$$T = (t1, t2, t3, t4, t5)$$

Sendo I os lugares predecessores e O os lugares sucessores, temos:

$$I(t1) = (p1) \qquad O(t1) = (p1, p3)$$

$$I(t2) = (p3) \qquad O(t2) = (p3, p5)$$

$$I(t3) = (p2, p3) \qquad O(t3) = (p2, p4)$$

$$I(t4) = (p4, p5) \qquad O(t4) = (p4)$$

$$I(t5) = (p2) \qquad O(t5) = (p5)$$

3.7.1 – Rede marcada

A representação de uma rede marcada N é uma dupla.

$$N = (R, \mu)$$

Fórmula 3.2 – Fórmula da rede de Petri marcada.

Onde:

- R é uma rede Petri; e
- μ é a marcação da rede de Petri.

e:

$\mu(p)$ é o número de marcações contidas no lugar p .

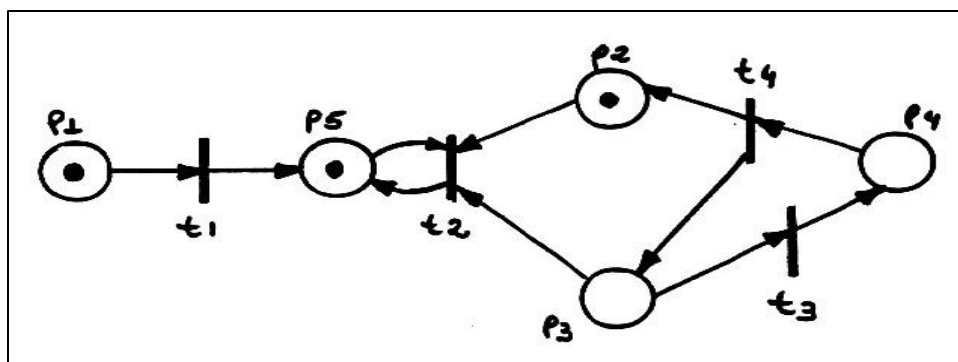


Figura 3.11 – Representação gráfica de marcação de uma RdP

Baseado no exemplo de marcação de uma RdP, representado graficamente na Figura 3.11, pode-se determinar que:

$$\begin{aligned}\mu(p1) &= 1 \\ \mu(p2) &= 1 \\ \mu(p3) &= 0 \\ \mu(p4) &= 0 \\ \mu(p5) &= 2\end{aligned}$$

3.7.2 – Grafo e Matriz

Uma das características da rede de Petri lugar-transição é a possibilidade de representação de peso do arco, ou seja, quantidade de marcas que “desaparecerão” ou “aparecerão” com o disparo, da transição ao qual o arco está conectado.

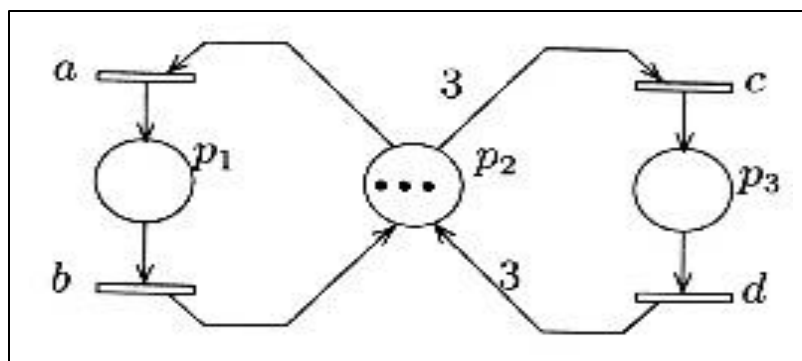


Figura 3.12 – Exemplo de uma RdP com a representação de peso do arco (Cardoso e Valette, 1997, página 48)

A partir do peso do arco, que liga o lugar de entrada ou saída de uma posição p à transição t , define-se a matriz de entrada ou incidência anterior e a matriz de saída ou incidência posterior, respectivamente.

Tanto a matriz da posição de entrada, como a de saída, são de dimensão $n \times m$, ou seja, o número de linhas é igual ao número de lugares e o número de colunas é igual ao número de transições.

A Figura 3.12 representa uma rede com o partilhamento de um conjunto de três recursos representado pelo lugar $p2$, entre duas atividades, representadas pelos lugares $p1$ e $p3$. A atividade correspondente a $p1$ necessita de apenas um recurso de cada vez (o peso do arco vale 1). Já a atividade correspondente a $p3$ necessita de três recursos ao mesmo tempo (peso de arco vale 3).

Sua notação matricial da posição de entrada (I) e saída (O) são:

$$I = \begin{array}{cccc} & .a & b & c & d \\ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 0 \end{array} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & \begin{array}{l} p1 \\ p2 \\ p3 \end{array} \end{array}$$

$$O = \begin{array}{cccc} \begin{array}{l} 1 \\ 0 \\ 0 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} & \begin{array}{l} p1 \\ p2 \\ p3 \end{array} \end{array}$$

No tocante a matriz I , o lugar $p1$ é entrada somente da transição b (uma marca), o lugar $p2$ é entrada para a transição a (uma marca) e transição c (três marcas) e o lugar $p3$ é entrada somente para a transição d (uma marca)

Quanto a Matriz O , o lugar $p1$ é saída somente da transição a (uma marca), o lugar $p2$ é saída da transição b (uma marca) e transição d (três marcas) e o lugar $p3$ é saída somente para a transição c (uma marca).

A partir das matrizes I e O , defini-se a matriz de incidência C , que fornece o balanço das marcas na rede, quando do disparo das transições

$$C = O - I$$

Fórmula 3.3 – Fórmula da matriz de incidência

No caso específico do exemplo apresentado na Figura 3.12, tem-se:

$$C = \begin{array}{cccc} & a & b & c & d \\ \begin{array}{l} p1 \\ p2 \\ p3 \end{array} & \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & -3 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} & & & \end{array}$$

A representação matricial da marcação do exemplo da Figura 3.12, seria assim representada:

$$\mu = \begin{bmatrix} \mu1 \\ \mu2 \\ \mu3 \\ \mu n \end{bmatrix}$$

Se $\mu(p)$ é a quantidade de marcas na posição p , então, a marcação apresentada na Figura 3.12 será :

$$\begin{array}{l} \mu(p1) = 0 \\ \mu(p2) = 3 \\ \mu(p3) = 0 \end{array} \quad \text{ou} \quad \mu = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para habilitar a transição a , a matriz de entrada I deverá ser no mínimo:

$$\begin{aligned} I(p1,a) &= 0 \\ I(p2,a) &= 1 \text{ ou } I = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ I(p3,a) &= 0 \end{aligned}$$

A matriz de saída O , após a transição a , deverá ser:

$$\begin{aligned} O(p1,a) &= 0 \\ O(p2,a) &= 1 \text{ ou } O = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ O(p3,a) &= 0 \end{aligned}$$

Como definido no item 3.4.1 deste trabalho, para efetuar o disparo, a transição deverá estar habilitada, sendo que após sua execução, será produzida uma nova marcação μ' , que poderá ser apurada através da seguinte fórmula:

$$\mu'(pi) = \mu(pi) + O(pi,tj) - I(pi,tj)$$

Fórmula 3.4 – Fórmula da nova marcação μ'

No exemplo estudado, disparando a transição a teríamos como nova marcação:

$$\mu'(pi) = \mu(pi) + O(pi,a) - I(pi,a)$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Ou seja, quando se dispara a transição a , entra uma marca para $p1$ e sai uma marca de $p2$, resultando em uma marca para $p1$ e duas marcas para $p2$.

3.7.3 – Sequência de disparo

Pode-se definir um vetor sk onde cada componente representa o número de ocorrências da transição t numa sequência de disparo S . Sua dimensão é igual ao número de transições da rede de Petri.

Se a sequência de disparos for estipulada em disparos da transição a , novamente a transição a e por último transição b , tem-se assim a matriz de sequência de disparos:

$$Sk = Saab = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \end{matrix}$$

3.7.4 – Equação fundamental da RdP

Derivando os raciocínios anteriores, chega-se finalmente na Equação Fundamental da RdP

Se:

$$\mu'(pi) = \mu(pi) + O(pi,t) - I(pi,t)$$

$$C = O - I$$

Então:

$$(1) \mu'(pi) = \mu(pi) + (O(pi,k) \times Sk) - (I(pi,k) \times Sk)$$

$$(2) \mu'(pi) = \mu(pi) + (O(pi,k) \times - I(pi,k)) \times Sk$$

$$(3) \mu'(pi) = \mu(pi) + C \times Sk$$

ou seja,

$$\mu' = \mu + C \times sk$$

Fórmula 3.5 – Equação fundamental da rede de Petri

onde:

Sk é o vetor característico da seqüência de disparo.

3.7.5 – Conflito e paralelismo

As noções de conflito e paralelismo de transições, apresentadas no item 3.5.2, devem ser melhor abordadas para esclarecer seu entendimento.

Por ocorrência de conflito entende-se a existência, num dado estado, de duas ou mais possibilidades, excludentes de evolução. A ocorrência de paralelismo implica que todas as atividades poderão ser executadas ao mesmo tempo.

Assim, pode-se definir outros conceitos como:

- **Conflito estrutural:** quando duas transições têm ao menos um lugar de entrada comum;
- **Conflito efetivo:** quando duas transições estão em conflito estrutural e estão habilitadas;
- **Paralelismo estrutural:** quando duas transições não possuem nenhum lugar de entrada em comum; e
- **Paralelismo efetivo:** quando duas transições são paralelas estruturais.

O modelo de redes de Petri permite representar o paralelismo verdadeiro, sendo que no momento de sua implementação, este pode transformar num pseudo-paralelismo, ou seja, pode não ser simultâneo.

4. CASO PRÁTICO

4.1 – Histórico da empresa

A Caixa Econômica Federal – CEF foi fundada em 1865, tendo como missão conceder empréstimo e incentivar a poupança popular.

Com a extinção do Banco Nacional da Habitação – BNH, em 1986, a CEF transforma-se no maior banco de desenvolvimento social da América latina.

Com uma carteira imobiliária de 1,3 milhão de contratos, estimada em mais de R\$ 50 bilhões, a CEF detém 50% (cinquenta por cento) do total de financiamentos do país, sendo responsável por 95% (noventa e cinco por cento) daqueles destinados à população de baixa renda. Ao longo da história, são mais de cinco milhões de moradias financiadas, beneficiando cerca de 20 milhões de pessoas. Os recursos financeiros para os empréstimos são provenientes do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS, Orçamento Geral da União - OGU e da própria CEF.

4.2 – Histórico do caso

Para facilitar o acesso ao público de baixa renda, a CEF instituiu um programa de concessão de cartas de crédito, possibilitando uma maior liberdade ao cliente que pode escolher o imóvel conforme suas necessidades e condições salariais. Esse programa resultou na criação de dois tipos de carta de crédito: FGTS e da Caixa.

Lançado em dezembro de 1995, a **Carta de Crédito FGTS** destina-se a famílias com renda até 12 (doze) salários mínimos, possibilitando a compra e construção de imóvel residencial, aquisição de terreno, compra de material de

construção, reformas e ampliações. Desde sua criação até outubro de 1999, foram realizadas 420 mil concessões, no valor de R\$ 6,6 bilhões. O programa Carta de Crédito FGTS tem as seguintes modalidades: Carta de Crédito FGTS Individual; Associativa; e Material de Construção.

Já a **Carta de Crédito da Caixa**, criada em 1996, destina-se a famílias com renda superior a 12 (doze) salários mínimos, utilizando recursos próprios da CEF. Até outubro de 1999 foram concedidas 107.768 cartas, correspondentes a R\$ 4,3 bilhões.

Foi determinado pela Diretoria de Habitação da CEF que esse estudo de caso tivesse como escopo o tipo de carta convite de maior volume, ou seja, a **Carta de Crédito FGTS Individual**. Para estudo dos procedimentos, foi solicitado que se estudasse a operacionalização executada pela **Agência Granja Julieta**, situada no bairro Santo Antônio, em São Paulo, capital, por ser esta a maior agência do país em operações com carta de crédito.

Diante desses volumes de concessões e de serem operacionalmente executadas de forma descentralizada em 1.483 agências em todo o país, gerou-se a necessidade de normalizar e racionalizar os procedimentos desse processo. A normalização torna-se imprescindível para que todas as agências do país realizem os mesmos procedimentos e a racionalização visa a tornar esses procedimentos eficazes e eficientes.

Sabe-se que para normalizar e racionalizar é necessário instituir controles, sendo que, atualmente, o corpo gerencial da CEF, somente possuem acesso à sistema de informação após a efetivação da concessão da carta de crédito.

4.3 – Situação registrada no levantamento

A Agência da CEF na Granja Julieta centraliza todos os assuntos relacionados à habitação na zona sul da cidade de São Paulo. Mais de mil pessoas por dia são atendidas para os mais diversos assuntos relacionados a habitação.

Os maiores problemas estão no controle dos processos de concessão em andamento, ou seja, processos para os quais não foi ainda efetivado o empréstimo. O volume atual de processos nessa situação na agência, baseado em levantamento de março de 2000, é na ordem de 60.000 (sessenta mil).

A normalização do *modus operandi* desse processo organizacional é responsabilidade da Diretoria de Habitação da CEF, sediada na sede matriz em Brasília. Devido à falta de controle, não se pode afirmar que as normas estão sendo cumpridas, sabe-se somente que quanto ao registro no sistema de informação de empréstimos habitacionais da CEF, todos os requisitos documentais estão atendidos.

4.4 – Estudo de caso

A proposta desse estudo de caso é, a partir da normalização e do funcionamento real da Agência, elaborarmos o *Workflow* do processo de concessão, abrangendo desde o primeiro contato do mutuário com a CEF até a transferência dos dados armazenados no *Workflow* para o sistema de informação de empréstimos habitacionais, quando da efetiva concessão do empréstimo.

Pelas características e forma de operacionalização já mencionadas, podemos classificar o processo de concessão de cartas de crédito como sendo um **processo empresarial repetitivo**.

Os objetivos norteadores desse estudo de caso é a obediência às normas instituídas e o controle efetivo em tempo real da situação do processo de concessão no fluxo de trabalho.

Para atingir esses objetivos, foi realizado levantamento das normas atuais e das rotinas operacionais realizadas na agência estudada. Após análise e racionalização do fluxo de trabalho atual, foi proposto um novo fluxo baseado estritamente nas normas vigentes. Após elaborado, o fluxo de trabalho conceitual proposto foi preliminarmente submetido ao cliente.

Aprovado o fluxo de trabalho conceitual proposto, o mesmo foi modelado aplicando os preceitos da teoria de redes de Petri, obtendo, assim, o formalismo da representação dos eventos, dos estados, das sincronizações e da estrutura hierárquica de controle, tão característicos aos processos produtivos fabris.

Imediatamente o modelo, resultante da aplicação da redes de Petri, foi programado em um *software* de *Workflow*, obtendo, assim, a automatização do fluxo de trabalho proposto e, conseqüentemente, sua transformação em um fluxo de trabalho pró-ativo.

A escolha do *software* de *Workflow* foi realizada pela CEF, que disponibilizou para este estudo de caso o *software* PowerFlow da empresa Optika.

O fluxo programado foi submetido a aprovação final do cliente e implementado na forma de projeto piloto, em paralelo ao fluxo anterior.

4.5 – Requisitos do processo

Anualmente, é destinado um valor para ser dividido entre as agências financiadoras, baseada em uma política governamental de habitação popular para as regiões mais necessitadas. Esse valor ou dotação, além do propósito de limitar a atuação, tem também a finalidade de definir a totalidade de seu uso. Não usá-la totalmente significa não implementar a política de habitação proposta.

O processo para o financiamento da casa própria tem que ser o mais justo e transparente possível, pois trata-se de verbas do próprio cidadão, recolhidas através de tributos, evitando-se assim qualquer tipo de favorecimento.

Para que se atenda a esses requisitos, o processo deve ser racional e o menos burocrático possível, para o que é necessário buscar o menor ciclo de vida, transitar pelo menor número de pessoas e possuir como princípio maior a qualidade no atendimento do cidadão, seu cliente.

Um dos pontos principais na qualidade do atendimento é a informação e, conseqüentemente, o controle da situação em que se encontra a solicitação de financiamento.

4.6 – Levantamento das normas atuais e das rotinas operacionais

Após estudo das normas atuais para concessão de empréstimo habitacional Carta de Crédito FGTS Individual, verificou-se que algumas são desobedecidas na operacionalização promovida pela Agência Granja Julieta. São elas:

- 1) O controle de dotação, valor anual de empréstimos permitido à agência autorização pela Diretoria de Habitação, está sendo cadastrado no momento da emissão do contrato, sendo que o correto seria logo após a pesquisa cadastral ter sido aprovada; e
- 2) O tempo para avaliação dos engenheiros, com tempo máximo para sua realização de 90 (noventa) dias, normalmente é realizada em 120 (cento e vinte) dias.

Baseado nas normas, estruturou-se o processo concessão de Carta de Crédito FGTS de forma conceitual, como pode ser visto na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Modelo conceitual do caso.

4.6.1 – Atores e papéis levantados

Foram constatados os seguintes atores e seus respectivos papéis no estudo de caso:

- **Proponente**: cidadão que solicita um financiamento habitacional;
- **Vendedor**: quem se propõe a vender o imóvel;
- **Atendente de recepção**: cadastra o proponente e entrega lista de documentos necessários;
- **Atendente de entrevista**: atende o proponente no dia e hora marcado, recebe os documentos, realiza pesquisa cadastral, registra a carta de crédito abatendo na dotação orçamentária da agência, realiza consulta se vendedor é pessoa jurídica e cadastra, envia a avaliação do imóvel e realiza análise técnica do processo;
- **Engenheiro**: realiza a avaliação do imóvel, conforme regras pré-estabelecidas;
- **Advogado**: realiza análise jurídica e prepara e assina o contrato; e
- **Gerente da Agência**: assina contrato e libera os valores.

4.6.2 – Regras levantadas

Foram constatadas as seguintes regras no estudo de caso:

- **Documentos**: enquanto não é entregue a totalidade dos documentos exigidos, não se emite a carta de crédito;
- **Nível de Renda**: análise do nível de comprometimento da renda familiar;

- **Tempos:** Estão na norma tempos para as seguintes atividades: 90 (noventa) dias para análise da engenharia, 120 (cento e vinte) dias de retenção da dotação orçamentária, 30 (trinta) dias para análise técnica da concessão, 30 (trinta) dias para análise jurídica do contrato e 30 (trinta) dias para registro do contrato pelo proponente do empréstimo;
- **Vendedor sendo pessoa jurídica:** verifica-se se o mesmo possui o CRF – Certificado de Regularização Financeira;
- **Avaliação pelo engenheiro:** conforme manual elaborado pela Diretoria de Habitação da CEF; e
- **Desbloqueio dos valores:** somente após contrato assinado e devidamente registrado em cartório.

4.7 – Análise e racionalização do fluxo de trabalho atual

Foram estudados os seguintes itens do fluxo de trabalho atual:

- **Início do processo:** Quando do comparecimento do proponente à agência buscando informações a respeito de empréstimo habitacional.
Proposta: neste momento já deve ser realizado um cadastramento dos dados básicos do proponente;
- **Término do processo:** Por vários motivos o processo pode ser finalizado sem a concessão do empréstimo ou pode ser finalizado pela efetivação da concessão do empréstimo.
Proposta: Caso o processo seja finalizado sem a concessão, registrar no cadastro de cliente o motivo. Caso seja efetivada a concessão,

transferir todos os dados do fluxo no sistema de informação de empréstimos habitacionais, evitando a transcrição manual dos referidos dados;

- **Integração do fluxo:** Integração com um sistema de informação de proponente e integração para transferência de dados com o sistema de informação de empréstimos habitacionais;
- **Notificação:** A notificação dos eventos se dará através de mensagens de *e-mail* para suas respectivas caixas de correios. Os superiores hierárquicos e o gerente de habitação da agência serão notificados através de *e-mail* dos atrasos em eventos com tempos determinados;
- **Segurança:** Serão autorizados a participar do processo os atendentes, o gerente de habitação da agência, os engenheiros com seu respectivo gerente, os advogados com seu respectivo gerente. Todos serão cadastrados individualmente; e
- **Documentos e Formulários:** Todos os formulários foram projetados para serem preenchidos e anexados às mensagens de *e-mail* que trafegarão no sistema. O registro da entrega de documentos será devidamente apontado nos formulários que fazem referência ao mesmo.

4.8 – Modelagem em redes de Petri

No desenvolvimento da modelagem em redes de Petri, é mais interessante e confortável para o projetista utilizar algum software de simulação, cujos algoritmos internos se baseiam nos fundamentos da teoria das redes de Petri. A simulação

permite obter informações sobre a presença ou não de *deadlock* e estouro da capacidade de recursos disponíveis.

Assim sendo, pesquisou-se na Internet um software voltado para a área de redes de Petri que tivesse uma boa interface gráfica e que utilizasse adequadamente seus fundamentos.

Foi encontrado um simulador satisfatório na *homepage* <http://www.istia.univ-angers.fr/~pmaker>, que permite *download* gratuito, via FTP, do *software* denominado **Petri Maker** ou **pmaker**, que se encontra na versão 3.1e. Esse software foi desenvolvido no departamento de Ciência da Computação da Universeté d'Angers.

O software pmaker apresenta as seguintes características:

- suporta as redes lugar-transição;
- editor gráfico;
- simulação passo a passo ou global;
- ilimitado o número de lugares e transições;
- permite fotografar determinadas marcações; e
- opera em ambiente Windows.

É apresentado na Figura 4.2 o modelo do estudo de caso em redes de Petri lugar-transição, desenvolvido no *software* pmaker.

Diante da dificuldade de visualização na interpretação dos lugares e transições no modelo produzido pelo software pmaker transcrevemos o mesmo, conforme pode ser constatado na Figura 4.3, no software MS-VISIO 2000.

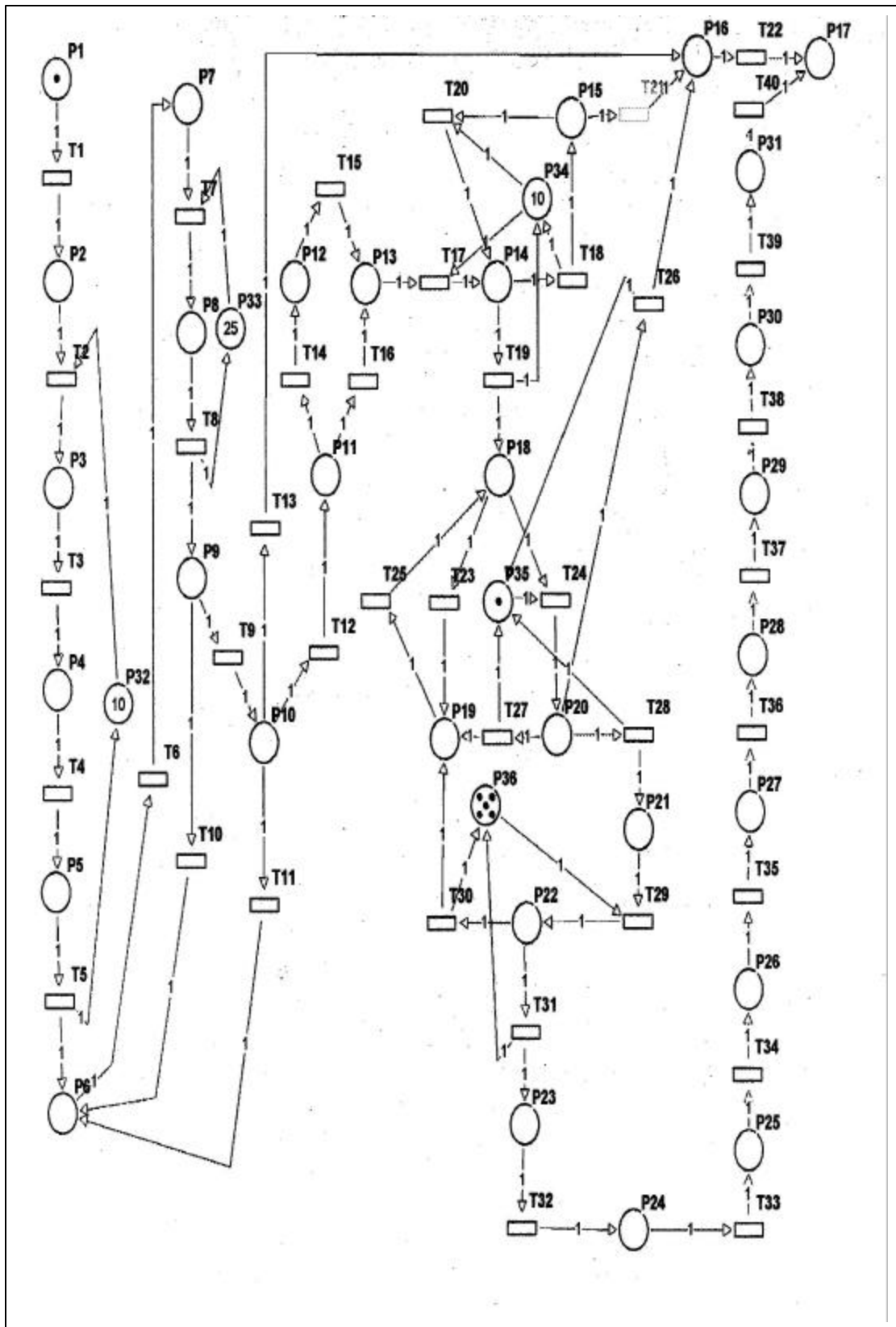


Figura 4.2 – Modelo em redes de Petri lugar-transição

Figura 4.3 – Modelo em redes de Petri lugar-transição transcrito

Após desenvolvido o modelo de rede de Petri no software pmaker, foram executados inúmeras simulações onde foi observado a ausência de *deadlock*, ou seja, considerando-se a marcação inicial foi verificado que todas as transições foram disparadas.

Observa-se no grafo apresentado a presença dos tipos de evolução de processos por seqüência, caminhos alternativos e repetição.

4.8.1 – Interpreta a rede

Abaixo interpretamos alguns lugares-transições representados nas Figuras 4.2 e 4.3:

Constata-se um encadeamento seqüencial de eventos e atividades do lugar **P1** ao lugar **P5** e do lugar **P23** ao lugar **P31**, abaixo discriminados:

- **P1 – Comparecimento do proponente:** cidadão comparece a uma das agências credenciadas ao financiamento habitacional;
- **T1 – Proponente obtém uma senha;**
- **P2 – Espera do proponente para atendimento;**
- **T2 – Atendente de recepção convoca uma senha:** um dos atendentes de recepção convoca o número seqüencial de senha para o respectivo atendimento;

- **P3 – Entrevista:** É a execução da entrevista onde é informado ao proponente as condições para o financiamento e solicitado comprovante de renda;
- **T3 – Aceite pelo proponente das regras do financiamento;**
- **P4 – Registro dos dados cadastrais do proponente:** obtenção dos dados básicos do proponente;
- **T4 – Dados cadastrais do proponente registrados;**
- **P5 – Aguardo das informações sobre a renda do proponente:** é solicitado informações relativa à renda do proponente;
- **T5 – Montagem da lista de pendência de documentos:** é aberto um *check-list* com os documentos necessários a obtenção de um financiamento;
- **P23 – Registro da marcação de reunião para assinatura do contrato:** é contactado o proponente e o vendedor para a assinatura do contrato;
- **T32 – Data e hora para assinatura do contrato registradas;**
- **P24 – Assinatura do contrato:** efetivação da reunião de assinatura do contrato de financiamento;
- **T33 – Contrato assinado;**
- **P25 – Aguardo da transferência de dados para o Sistema SIACI:** transferência automatizada dos dados para o sistema de informação de controle de financiamento - SIACI;
- **T34 – Transfere dados;**
- **P26 – Aguardo do crédito do valor na conta do vendedor:** crédito do valor financiado em conta na CEF em nome do vendedor;

- **T35 – Credita valor;**
- **P27 – Aguardo do bloqueio do valor na conta do vendedor:** respectivo bloqueio do valor creditado para obrigar o registro do contrato em cartório;
- **T36 – Bloqueia valor;**
- **P28 – Aguardo da entrega do contrato para registro:** entrega pela CEF ao vendedor e ao financiado do contrato para registro em cartório;
- **T37 – Entrega do contrato para registrar;**
- **P29 – Aguardo da devolução do contrato registrado:** recebimento pela CEF do contrato devidamente registrado e com firma reconhecida do vendedor e do financiado;
- **T38 – Recebe contrato registrado;**
- **P30 – Aguardo do desbloqueio do valor na conta do vendedor:** desbloqueio do valor creditado na conta do vendedor;
- **T39 – Desbloqueia valor;** e
- **P31 – Aguardo do arquivamento do processo:** arquivamento do processo administrativo relativo a obtenção do financiamento.

Nos lugares **P32**, **P33**, **P34**, **P35** e **P36** têm-se a alocação de recursos, onde verifica-se o partilhamento dos mesmos:

- **P32 – Disponibilização de atendentes de recepção:** partilhamento dos 10 (dez) atendentes de recepção;
- **P33 – Disponibilização de atendentes de entrevista:** partilhamento dos 25 (vinte e cinco) atendentes de entrevista;

- **P34 – Disponibilização de engenheiros:** partilhamento dos 10 (dez) engenheiros;
- **P35 – Disponibilização do Gerente da agência:** partilhamento de 1 (um) gerente de agência; e
- **P36 – Disponibilização de advogados:** partilhamento de 5 (cinco) advogados.

Ainda, nos lugares **P9, P10, P11, P14, P18, P20 e P22** observa-se a existência de caminhos alternativos, pois apesar de duas ou mais transições estejam sensibilizadas, apenas uma delas pode ser disparada. É importante observar que a estrutura da rede de Petri não disponibiliza nenhuma informação sobre o mecanismo de tomada de decisões para a escolha da alternativa a efetuar, contentando-se a indicar que esta informação deve estar disponível ao final do lugar onde se tem mais de uma saída de transições. São eles:

- **P9 – Aguardo da entrega dos documentos:** entrega dos documentos necessários para pesquisa cadastral tanto do proponente como do vendedor;
- **T9 – Documentos necessários entregues;**
- **T10 – Documentos necessários em falta;**
- **P10 – Execução da pesquisa cadastral:** efetivação de pesquisa cadastral do proponente e do vendedor;
- **T11 – Pesquisa cadastral insatisfatória, convocação para entrevista;**
- **T12 – Pesquisa cadastral satisfatória;**

- **T13 – Pesquisa cadastral insatisfatória, recusa do financiamento;**
- **P11 – Registro de reserva de dotação:** reserva no sistema SIINC, na dotação orçamentária da agência, do valor relativo ao financiamento pretendido;
- **T14 – Vendedor pessoa jurídica;**
- **T16 – Vendedor pessoa física;**
- **P14 – Avaliação pelo Departamento de Engenharia:** efetivação da avaliação pelo Departamento de Engenharia através de emissão de laudo indicando o valor do imóvel pretendido;
- **T18 – Laudo de avaliação não aprovado ;**
- **T19 – Laudo de avaliação aprovado ;**
- **P18 – Análise dos documentos entregues:** montagem e autuação do processo administrativo;
- **T23 – Análise insatisfatória dos documentos;**
- **T24 – Análise satisfatória dos documentos;**
- **P20 – Análise técnica do processo administrativo:** análise promovida pelo Gerente da Agência em todo processo administrativo autuado;
- **T26 – Análise técnica insatisfatória, recusa do financiamento;**
- **T27 – Análise técnica insatisfatória, convoca entrega de documentos;**
- **T28 – Análise técnica satisfatória;**
- **P22 – Análise jurídica:** efetivação da análise jurídica com a emissão ou não de minuta contratual;
- **T30 – Análise jurídica satisfatória; e**
- **T31 – Análise jurídica insatisfatória, convoca entrega de documentos.**

Por fim, observa-se alguns comportamento de repetição como nos lugares

P15 e P19:

- **P15 – Avaliação não aprovada:** registro da incompatibilidade entre o valor solicitado e o valor resultante da avaliação do Departamento de Engenharia;
- **T20 – Proponente questiona laudo de avaliação;**
- **P19 – Aguardo da entrega de documentos:** Entrega de documentos faltantes na montagem e autuação do processo; e
- **T25 – Entrega de novos documentos.**

4.9 – Programação em software de *Workflow*

Baseado no modelo em redes de Petri do caso, transformamos os lugares em papéis; as transições em regras; as evoluções e interações em caminhos; e temporalizando alguns papéis conforme as regras definidas; finalizando a elaboração do fluxo de trabalho.

Como resultado é apresentado a seguir, na Figura 4.4, o fluxo de trabalho automatizado, programado no *software* PowerFlow da empresa Optika.

Observamos que o programador usou para denominar ponto de atendimento a sigla PV, definido no ambiente bancário como ponto de venda.

Constata-se que a forma de tratamento da seqüência, caminhos alternativos, repetição e alocação de recursos são idênticos no sistema de *Workflow*. Percebe-se claramente quando compara-se o lugar **P10 – Execução da pesquisa cadastral** e as transições **T11 – Pesquisa cadastral insatisfatória, convocação para entrevista**, **T12 – Pesquisa cadastral satisfatória** e **T13 – Pesquisa cadastral insatisfatória, recusa do financiamento** com os papéis (**PV- Pesquisa aprovada??**), (**Se sim, PV – cadastra no SIINC para Ctrl de Dotação e emissão de carta de crédito**), (**Se não, PV – liga para proponente e marca entrevista ou avisa da falta de docs. comunica ao proponente o resultado**).

A diferença neste exemplo, foi que na implementação do sistema de *Workflow*, o cliente não permitiu a construção da saída "recusa do financiamento" apesar de estar logicamente correta segundo a modelagem em redes de Petri.

4.10 – Diagramas de Entidade e Relacionamento

É apresentado na Figura 4.5, os Diagramas de Entidade e Relacionamento – DER conceitual, lógico e físico do banco de dados do *software* PowerFlow, implementado em SGBDR SQL Server 7.0 e elaborado para esse trabalho pelo software CA-Platinun ERWIN Vs. 5.3, com a finalidade de administrar e controlar o sistema de *Workflow*. A implementação exclusiva em SQL Server deve-se a limitação do software escolhido pela CEF

Na Figura citada anteriormente, podemos constatar a aplicação de conceitos da teoria de banco de dados temporais, tais como: a dimensão temporal, a ordem no tempo, registro de tempos de transação e de validade (bitemporais).

Em especial, pode-se observar a presença da data e hora do início (StartDateTime), da duração viável (DueDateTime) e do término (DoneDateTime) da execução de cada papel do fluxo, atributos existentes na tabela Steps.

Observa-se também a existência da data e hora do início (StartDateTime), autenticação da visão da instância (ViewDateTime), da resposta ao fluxo (ResponseDateTime) e do término da atuação de cada ator do fluxo, atributos presente na tabela Recipients.

A disponibilidade em um SGBDR de mercado favorece a construção de rotinas de consultas independentes do *software* que administra o Sistema de Workflow. As 3 (três) tabelas geradas pelo *software* PowerFlow são de simples entendimento, a primeira tabela Flows disponibiliza os dados referente ao controle do fluxo como um todo, a segunda tabela Steps controle os passos dados dentro de um fluxo e por último a tabela Recipients controle os usuários ou atores de cada passo especificado.

Não estão aqui representados as tabelas construídas para manter as informações cadastrais que apóiam a execução do fluxo automatizado, entre elas a de proponentes ao financiamento.

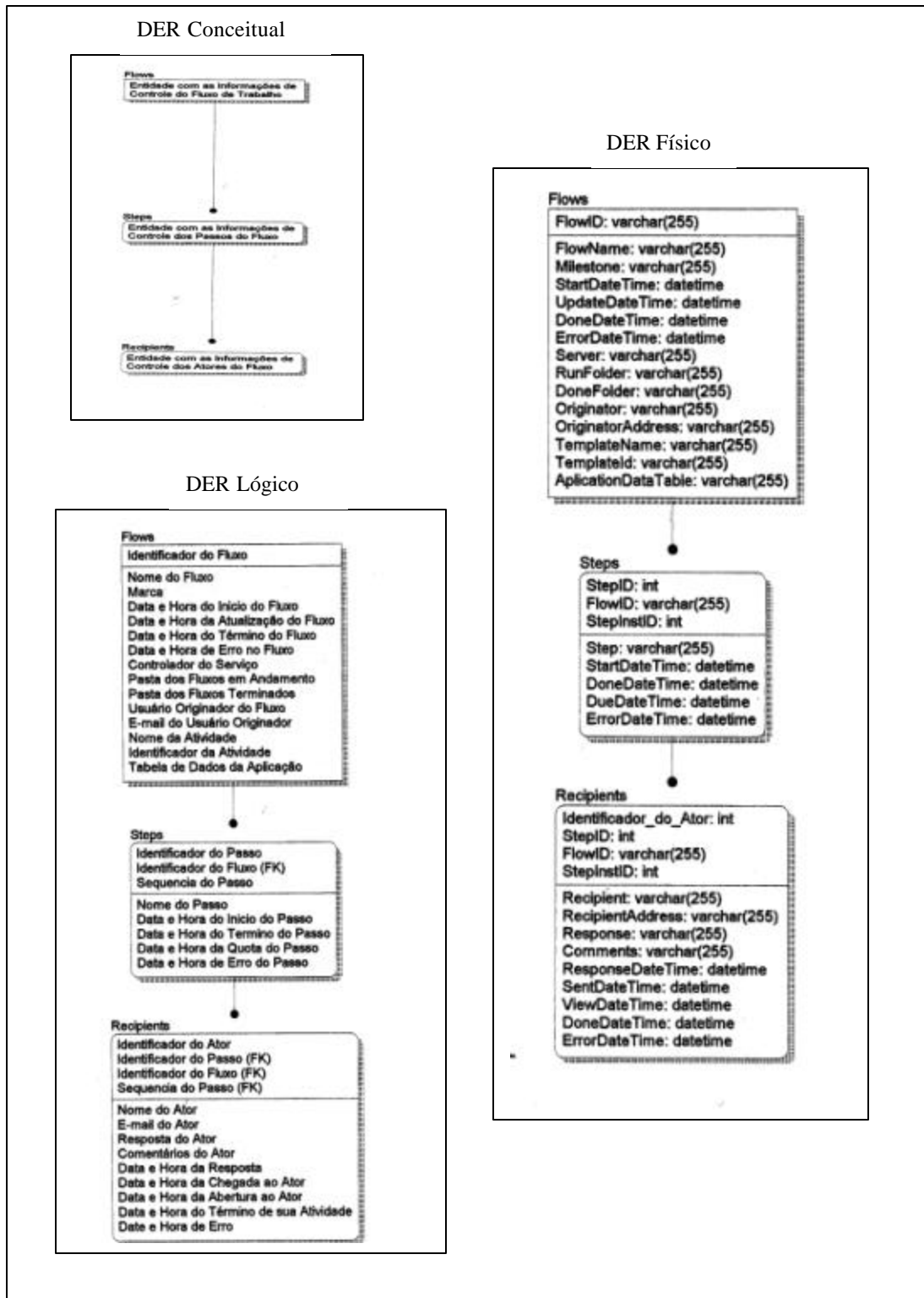


Figura 4.5 – Diagramas de Entidade e Relacionamento

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modelagem em redes de Petri possibilita um interessante meio de entendimento do funcionamento dinâmico de um processo, tendo como pontos fortes: a descrição parcial dos eventos; a representação explícita dos estados e eventos; a abordagem em uma única ferramenta dos conceitos de especificação, modelagem, análise; avaliação de desempenho e da implementação; e a criação de uma descrição precisa e formal das sincronizações dos eventos.

A análise detalhada da rede de Petri permite a constatação de erros; *deadlocks*; a completa simulação do processo; a demonstração em ambiente gráfico; a dinâmica das inter-relações entre recursos completa das vantagens da modelagem em redes de Petri, além de permitir o tratamento as questões de paralelismo, sequencialidade, sincronismo e conflitos que emergem em qualquer processos.

O grande benefício da utilização da rede de Petri no caso prático foi o resultado da análise do inter-relacionamento entre os diversos departamento da CEF, tais como o Departamento de Engenharia e o Departamento Jurídico, e sua participação na duração do processo como um todo.

O desenvolvimento do processo no *software Workflow*, a partir do modelo em redes de Petri, foi absurdamente simples, em especial, devido ao processo nesse modelo já apresentar implicitamente os conceitos de atividade, instâncias, rotas, regras e papel ou *role*, apesar de nem sempre o sistema *Workflow* possibilitar a simulação do fluxo.

Assim, constatou-se que a estruturação e as finalidades das duas técnicas são tão semelhantes que em uma de suas características, caminhos ou rotas, a abordagem é idêntica até em sua tipificação: seqüencial, paralelismo, condicional, etc.

Outra semelhança é o tratamento do tempo/duração e de eventos, permitindo o efetivo controle do fluxo de trabalho. Na implementação do sistema *Workflow* foi constatada a utilização dos conceitos de bancos de dados temporais. Ainda na questão do tempo, foi observado que o sistema *Workflow* somente permite a implementação da rede de Petri temporizada baseado no tempo associado ao lugar.

No tocante ao caso prático, o resultado obtido foi a racionalização do processo e sua conversão em pró-ativo. Somente foi possível alcançar tal estágio, graças a aplicação dos princípios da produtividade fabril, englobados na modelagem em redes de Petri, e da implementação em sistema de fluxo de trabalho automatizado.

Conclui-se, finalmente, que o modelo de redes de Petri permite a modelagem e a simulação de processos, e o sistema de Workflow permite a automatização do fluxo de trabalho de um processo empresarial.

A informação correta e sempre disponível da situação das solicitações de financiamento foi o maior benefício da implementação deste projeto, traduzindo-se em melhoria da qualidade de atendimento e na satisfação do cliente. Isso associado ao controle dos prazos, à conversão para passos pró-ativos e à transparência dos mesmos permite afirmar que os objetivos desse projeto foram totalmente alcançados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agerwala, T. (1979). Putting Petri nets to work. **Revista Computer**. Páginas 85 a 94.
- Cardoso, J. e Valette, R. (1997). **Redes de Petri**. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Costa, A. e Edelweiss, N. (1989). Um ambiente para desenvolvimento de protótipos de bancos de dados dedutivos temporais. **Anais/Simpósio Brasileiro de Banco de Dados**. Páginas 163 a 173.
- Cruz, T. (1998). **Workflow, a tecnologia que vai revolucionar o processos produtivo das manufaturas na organização moderna**. São Paulo: Editora Atlas.
- D'Alleyrand, M. (1995). **Workflow em sistema de gerenciamento eletrônico de imagens**. São Paulo: CENADEM.
- Davenport, T. M. (1994) **Reengenharia de processos**. Tradução: Waltenair Dutra.) Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Dicesare, F.; Harhalakis, G.; Proth, J.M.; Silva, M. e Vernadat, F.B. (1993) **Practice if Petri nets in manufacturing**. Chapman & Hall.
- Edelweiss, N. (1998). Banco de dados temporais: teoria e prática. **Anais XVII jornada de atualização em informática**. Páginas 225 a 282.
- Elmari, R. (1991). Recent advances in temporal databases. **Anais/Simpósio Brasileiro de Banco de Dados**. Páginas 17 a 26.
- Fruscione, J. (1996). **Workflow Automatizado**. Tradução: Fernando Luis Bär. São Paulo: Editora CENADEM.
- Hammer, M. e Staton, S. (1994). **The reengineering revolution**. New York: HarperBusiness.
- Harrington, H. J. (1993) **Aperfeiçoamento de Processos Empresariais**. Tradução: Luiz Liske. São Paulo: Makron Books.
- Hronec, S. (1994). **Sinais Vitais**. São Paulo: Makron Books.
- Hübner, M. M. (1998). **Guia para elaboração de monografias e projetos de dissertação de mestrado e doutorado**. São Paulo: Editora Mackenzie.

- Jackson, M. e Twaddle, G. (1997). **Business process implementation – building workflow systems**. London: Addison Wesley Longman..
- Jensen, K. (1987). Coloured Petri nets. **Computer Science**. (Spring-Verlog).
- Jensen, C.S. (1994). **A consensus glossary of temporal database concepts**. New York: Sigmod Record.
- Khoshafian, S. e Buckiewicz, M. (1995). **Introduction to groupware, workflow and workgroup computing**. New York: John Wiley.
- Kobelius, J. (1997). **Workflow strategies**. FosterCity-CA: IDG Books.
- Kock, W. (1998). **Gerenciamento eletrônico de documentos**. São Paulo: CENADEM.
- Koulopoulos, T. (1995) **The Workflow Imperative**. New York: ITP Books.
- Lucena, C. (1987). **Inteligência artificial e engenharia de software**. Rio de Janeiro: PUC/RJ.
- Mizrahi, V. (1994). **Treinamento em linguagem C++**. São Paulo: Makron Books.
- Moares, C. (1997). **A teoria das redes de Petri na modelagem de sistemas flexíveis de manufatura**. Dissertação de mestrado apresentada na Universidade Mackenzie. São Paulo.
- Murata, T. (1989). Petri nets: proprieties, analysis e applications. **IEEE Transaction**. (77), páginas 541 a 574.
- Navathe, S. e Tanaka, A. (1994). Modeling and design of events ans rules in databases. **Anais/Simpósio Brasileiro de Banco de Dados**. Páginas 31 a 50.
- Pessanha, K. (1996). **Correio eletrônico e workgroup computing**. São Paulo: Berkeley.
- Peterson, J.L. (1981). **Petri net theory and the modelling of systems**. Nova Jersey: Prentice-Hall
- Poyssick, G. e Hannaford, S. (1996) **Workflow reengineering**. Mountain Ville-CA: Adobe Press.
- Ramchandani, C. (1974). **Analysis of asynchronours concurrent systems by timed Petri nets**. Tese apresentada no Massachussets Institute of Technology.
- Reisig, W. (1985). Petri nets an introduction. **Computer Science**. (Springer–Verlog)

- Reisig, W. (1987) Place/transition systems. **Computer Science**. (Springer-Verlog).
- Rillo, M. (1983). **Controlador programável utilizando grafos de comando etapa-transição**. Dissertação de mestrado apresentado na Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Rillo, M. (1988). **Aplicações de redes de Petri em sistemas de manufatura** Tese de doutorado apresentado na Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Rillo, A . (1996). **Apostila sobre modelagem de sistemas com redes de Petri**. São Paulo: Universidade Mackenzie.
- Shimada, L. e Silva, J. (1997). A estruturação do problema de planejamento em um abordagem baseada em IA e no formalismo das redes de Petri. **Boletim Técnico da Excola Politécnica da USP**. São Paulo.
- Scultey, J . (1997). **Workflow**. Boston: Delphi Consulting Group.
- Votre, V. (1998). **C++ explicado e aplicado**. São Paulo: Edição independente.
- White, T. e Fischer, L. (1994). **The workflow paradigm**. Alameda-CA: Future Strategies Inc.
- Zhou, M.; Dicvesare, F. e Desrochers, A . (1989). Top-down approach to systematic sysnthesis of Petri net models for manufacturing system. **IEEE – International Conference on Robotics e Automation**. Páginas 534 a 539.
- Zhou, M.; Mcdermott, K.; e Patel, P. (1993). Petri net sysnthesys e analysis of a flexible manufacturing system call. **IEEE - Transactions on System, Man and Cybernetics**. Páginas 523 a 530.

ANEXO A

SOFTWARE DE WORKFLOW

Alguns software de Workflow

Abaixo temos um quadro comparativo entre os três *software* de *Workflow* com maior comercialização no mercado brasileiro, segundo pesquisa realizada pelo Centro Nacional de Desenvolvimento do Gerenciamento da Informação – CENADEM, em seu periódico Mundo da Imagem, na edição de outubro de 1999. Nas páginas a seguir é apresentada ficha técnica de cada produto comparado.

ITENS AVALIADOS versus PRODUTOS	FlowMark	PowerFlow	Staffware
Ferramentas de definição de trabalho			
Linguagem 4ª Geração		Implementa	Implementa
Ferramenta desenvolvimento gráfica	Implementa	Implementa	Implementa
Ferramentas de simulação			
Simulação probabilística			Implementa
Execução sem implementação	Implementa		Implementa
Tipos de dados suportados			
Imagem	Implementa	Implementa	Implementa
E-mail			Implementa
Registros de base de dados		Implementa	Implementa
Métodos de suporte alternativos			
Bibliotecas de programas	Implementa	Implementa	Implementa
Gerenciador de objetos de SGBDR		Implementa	
API	Implementa	Implementa	
DDE			
OLE		Implementa	
DDL			
Suporte a base de dados			
Oracle			Implementa
Qualquer via ODBC		Implementa	Implementa
Outros	Implementa		
Níveis de sistema Workflow			
Produção ou transação		Implementa	Implementa
<i>Ad hoc</i>		Implementa	Implementa
Orientado a objeto	Implementa	Implementa	
Baseado no conhecimento			
Ambiente de desenvolvimento			
Centrado no processo	Implementa		Implementa
Centrado no documento		Implementa	Implementa
Centrado no e-mail		Implementa	

Fornecedor: IBM Corporation

A IBM, sediada em Armonk, NY, desde 1988 comercializa soluções de *Workflow* de produção associado a gerenciamento alto volume de documentos eletrônicos. Tal solução é baseada no produto FlowMark.

Em 1995, adquiriu a empresa Lotus Development Corporation para agregar em seu portfolio solução de *workgroup* através do produto Lotus Notes, já amplamente comercializado no mercado norte-americano.

Produto: FlowMark

Produto classificado como *Workflow* de produção para ambiente centrado em mensagem ou *e-mail*. Este produto é uma aplicação desenvolvida em programação orientada a objeto para distribuição na arquitetura cliente-servidor.

Características do Produto:

- Modelagem de processos;
- Definição de papéis ou *role*;
- Rotas paralela, condicional e outras;
- Filas de prioridades e ponto de encontro e outras;
- Notificação através de *Worklist* e *e-mail*; e
- Atende ao padrão WfMC, níveis 1, 2, 4 e 5.

Funcionalidades Adicionais:

- Simulação;
- Suporte a transação EDI;
- Segurança através de senha e criptografia; e
- Integração com SGBDR proprietário.

Ambiente:

- Plataforma servidora: OS/2, AIX e MVS; e
- Plataforma cliente: OS/2, Windows.

Fornecedor: Optika Imaging Systems

A Optika, sediada em Colorado Springs, CO, comercializa soluções de *Workflow* com uma das melhores análise de custo benefício.

Produto: PowerFlow

Produto classificado como *Workflow* de produção para ambiente centrado em processo. Este produto é uma aplicação para distribuição na arquitetura cliente-servidor.

Características do Produto:

- Definição de papéis ou *role* através de *programação*;
- Rotas paralela, condicional e outras;
- Filas de prioridades e ponto de encontro e outras;
- Notificação através de *Worklist* e *e-mail*; e
- Atende ao padrão WfMC, nível 4.

Funcionalidades Adicionais:

- Suporte a transação EDI; e
- Segurança através de senha e criptografia.

Ambiente:

- Plataforma servidora: Windows NT; e
- Plataforma cliente: Windows.

Fornecedor: Staffware Corporation

A Staffware, sediada em Wellesley, MA, comercializa uma das melhores soluções de *Workflow*, com características modulares, mas mesmo assim é uma das soluções de maior custo do mercado.

Produto: Staffware Workflow

Produto classificado como *Workflow* de produção para ambiente centrado em processo. Este produto é uma aplicação para distribuição na arquitetura cliente-servidor.

Características do Produto:

- Multi-servidores;
- Integração com todos os tipos de sistemas legados;
- Definição de papéis ou *role* através de *programação*;
- Rotas paralela, condicional e outras;
- Filas de prioridades e ponto de encontro e outras;
- Notificação através de *Worklist*, *e-mail* e MS-Exchange; e
- Atende ao padrão WfMC, nível 1, 2, 4 e 5.

Funcionalidades Adicionais:

- Segurança através de senha, assinatura eletrônica e criptografia; e
- Integração com qualquer SGBDR.

Ambiente:

- Plataforma servidora: HP-UX, SUN Solaris, Windows NT e OS/2;
- Plataforma cliente: Windows e OS/2; e
- Integração com os browsers Netscape e Internet Explorer.

ANEXO B**PUBLICAÇÃO NA 52ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC**