

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA

**MODELAGEM DE PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO EM AMBIENTE
DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA: IMPLEMENTAÇÕES COM AS
TECNOLOGIAS WORKFLOW E BSCW**

ALEXANDRE MOECKEL

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre. Curso de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR Unidade de Curitiba).

Orientador: Prof. Dr. Hilton José Silva de Azevedo

CURITIBA
2000

ALEXANDRE MOECKEL

**MODELAGEM DE PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO EM AMBIENTE
DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA: IMPLEMENTAÇÕES COM AS
TECNOLOGIAS WORKFLOW E BSCW**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre. Curso de Pós-Graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR Unidade de Curitiba).

Orientador: Prof. Dr. Hilton José Silva de Azevedo

CURITIBA

2000



Ministério da Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
Gerência de Ensino e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia - PPGTE



MODELAGEM DE PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO EM AMBIENTE DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA: IMPLEMENTAÇÕES COM AS TECNOLOGIAS WORKFLOW E BSCW

Por

ALEXANDRE MOECKEL

Esta dissertação foi apresentada no dia 27 de novembro de 2000, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA - Área de Concentração: Inovação Tecnológica. Aprovada pela Banca Examinadora composta pelos professores:


Prof. Dr. Hilton José Silva de Azevedo
(Orientador - CEFET-PR)


Prof. Dr. Edson Emílio Scalabrín
(PUC-PR)


Prof. Dr. Sonia Ana Leszczynski
(CEFET-PR)

Visto e aprovada para impressão


Prof. Dr. Sonia Ana Leszczynski
Coordenadora do PPGTE



CEFET-PR / PPGTE
Av. Sete de Setembro, 3165
80230-901 Curitiba - Paraná - Brasil
<http://www.ppgte.cefetpr.br>
Telefone PPGTE: (41) 310-4711 Fax: (41) 310-4712

A meu pai, cuja perda prematura no decorrer desse trabalho trouxe desafios adicionais.

À minha querida esposa, por tudo de bom que a sua existência traz.

AGRADECIMENTOS

Ao CEFET-PR, pela oportunidade de aperfeiçoamento da minha formação humana e profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE), que permitiu o desenvolvimento desta dissertação num tema de relevância, que certamente contribuirá para minha carreira acadêmica e profissional.

À Profa. Sonia Ana Leszczynski, coordenadora do PPGTE, pelo incentivo e cooperação para que este trabalho pudesse ser finalizado.

Aos professores do PPGTE, que embasaram e estimularam o estudo realizado, em especial ao Prof. João Augusto Bastos e à Profa. Laíze Márcia Porto Alegre, pelo companheirismo e auxílio nos momentos difíceis.

Ao Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES), especialmente à coordenação, na pessoa dos Profs. Milton Borsato e Gilson Yukio Sato, por propiciar um ambiente rico para pesquisa e por ter me recebido na equipe em 1995, quando passei a trabalhar com Engenharia Simultânea e fui sensibilizado, na prática, para o problema da gestão de atividades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D).

À política de desenvolvimento do NuPES, que devido à própria missão, está voltada ao estudo de novas tecnologias.

Aos professores do NuPES, que contribuíram de maneira significativa para a pesquisa realizada, em especial ao Prof. Carlos Cziulik, pela preocupação em trazer subsídios enriquecedores.

A Jefferson Luis Mykolayczky e Leonardo Henrique Rubira, na época estagiários do NuPES, que participaram da implementação do Wf.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite para enobrecer o fechamento deste trabalho.

Ao Prof. Hilton José Silva de Azevedo, pela orientação, dedicação e amizade. Sempre serei grato pela sua inspiração, senso crítico e facilidade para elencar alternativas relevantes para os questionamentos que me afligiam.

À minha mãe, Clélia, e meu pai, Glauco (*in memoriam*), pela abnegação de suas vidas em favor da formação dos cinco filhos. Devo o que sou a vocês.

À minha esposa, Leila Cristina, pelo amor, compreensão e companheirismo.

A todos os amigos e colegas que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS	X
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUÇÃO	1
1 A PROBLEMÁTICA ASSOCIADA À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA.....	4
1.1 INTRODUÇÃO	4
1.2 A VARIÁVEL TECNOLÓGICA	4
1.3 A BUSCA DA COMPETITIVIDADE.....	5
1.4 A ESTRUTURA DAS ORGANIZAÇÕES.....	5
1.5 A NECESSIDADE DE MUDANÇA NA GESTÃO DAS ORGANIZAÇÕES	6
1.6 CONCLUSÃO.....	8
2 NOVAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE PROCESSOS DE P&D.....	9
2.1 INTRODUÇÃO	9
2.2 A ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	9
2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE PROCESSOS	10
2.4 MUDANÇA TECNOLÓGICA	13
2.4.1 <i>Cultura Organizacional</i>	13
2.4.2 <i>Gerenciando a Mudança</i>	14
Rejeição	14
Boicote.....	15
Aceitação	15
Colaboração	16
2.5 EQUIPES.....	16
2.5.1 <i>Equipes e Grupos</i>	17
2.6 TRABALHO COOPERATIVO.....	18
2.7 TRABALHO COOPERATIVO APOIADO POR COMPUTADOR (CSCW)	19
2.7.1 <i>Groupware</i>	19
2.7.2 <i>Modelos CSCW</i>	22
2.7.3 <i>Requisitos de um Sistema CSCW</i>	23
2.7.4 <i>Aplicações CSCW</i>	23
Correio Eletrônico.....	23
Videoconferência	23
Sistemas de Suporte a Decisão	24
Sistemas de Suporte a Reuniões	24
Editores Cooperativos	24
Sistemas para Gerenciamento de Documentos.....	25
Gerenciadores de Fluxo de Trabalho (Workflow)	25
Suporte Básico para Trabalho Cooperativo - BSCW.....	25

2.7.5	<i>Interface CSCW</i>	25
	Diretrizes para Projeto de Interfaces	26
2.7.6	<i>Exemplos de Ambientes Virtuais Cooperativos em Desenvolvimento</i>	27
	COVEN – <i>Collaborative Virtual Environment</i>	27
	TeleImersion	27
	Projeto JOT	27
	Projeto Studierstube	27
	Projeto Workbench.....	28
	Projeto CAVE	28
	Projeto AgP.....	28
2.8	A TECNOLOGIA WORKFLOW	29
2.8.1	<i>O Ambiente Workflow</i>	32
2.8.2	<i>Exemplo de Workflow</i>	32
2.8.3	<i>A Padronização de Workflow</i>	34
2.8.4	<i>Diretivas para Implantação de Workflow</i>	34
2.8.5	<i>Proposição de um Modelo para Implantação de Workflow</i>	35
	Organização do Processo.....	36
	Identificação do Fluxo de Trabalho	36
	Edição do Fluxo de Trabalho na Ferramenta de Workflow	36
	Automatização de Partes do Fluxo de Trabalho	37
	Testes de Funcionalidade	37
	Implantação do Workflow	37
	Análise Crítica	38
	Atualização do Workflow.....	38
2.9	A TECNOLOGIA BSCW (SUPORTE BÁSICO PARA TRABALHO COOPERATIVO).....	38
2.10	CONCLUSÃO.....	41
3	EXPERIÊNCIAS NA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS.....	42
3.1	INTRODUÇÃO	42
3.2	CARACTERÍSTICAS DO NUPES.....	42
3.2.1	<i>Linhas de Trabalho do NuPES</i>	42
3.2.2	<i>Dificuldades Enfrentadas na Gestão de Atividades de P&D</i>	44
3.3	IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA WORKFLOW NO NUPES	46
3.3.1	<i>Abordagem Utilizada na Implantação</i>	46
3.3.2	<i>Método de Aquisição de Dados</i>	46
3.3.3	<i>A Decisão de Realizar Internamente a Atividade</i>	48
3.3.4	<i>A Preparação para a Atividade de Implantação do Workflow</i>	49
3.3.5	<i>Os Primeiros Passos Implementados no Workflow</i>	49
3.3.6	<i>A Escolha do Tipo de Atividade Técnica Abrangida no Workflow</i>	51
3.3.7	<i>Workflow para "Captura, Layout, EMC e Análise Térmica"</i>	51
3.3.8	<i>Sub-fluxos de Caráter Geral</i>	52
	Sub-fluxo para Definição da Equipe de Projeto	52
	Sub-fluxo para Alteração da Equipe de Projeto.....	54
	Sub-fluxo para Escolha das Reuniões Necessárias	55
	Sub-fluxo para Agenda de Reuniões.....	55
	Sub-fluxo para Registro de Reuniões.....	55
3.3.9	<i>Recursos Adicionais Implementados no Workflow</i>	56
	Recursos Integrados de Comunicação.....	56

Formulário para Solicitação Automática de Dados	58
Formulário para Armazenamento de Dados	59
Interação com Sistemas de Informação.....	60
Checklist	61
Suporte a alterações de projeto	61
3.3.10 A Composição Final do Workflow	62
3.3.11 Verificação de Funcionalidade do Workflow	63
3.4 IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA BSCW NO NUPES.....	63
3.4.1 A Estruturação da Atividade no BSCW.....	64
3.4.2 Dificuldades para Engajamento dos Usuários no BSCW	67
3.5 CONCLUSÃO.....	67
4 ADEQUAÇÃO DE WORKFLOW E BSCW PARA ENG. SIMULTÂNEA.....	68
4.1 INTRODUÇÃO	68
4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA	68
4.3 REQUISITOS DE GROUPWARE PARA GESTÃO DE P&D NO NUPES.....	70
4.4 DEFINIÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DAS NECESSIDADES IDENTIFICADAS.....	71
4.4.1 Envolvimento dos Participantes da Pesquisa	73
4.5 ANÁLISE DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DAS NECESSIDADES	75
4.6 POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES COM WORKFLOW E BSCW	78
4.6.1 Atendimento às Necessidades com a Tecnologia Workflow	89
4.6.2 Atendimento às Necessidades com a Tecnologia BSCW.....	90
4.7 ABRANGÊNCIA DAS TECNOLOGIAS WORKFLOW E BSCW	92
4.8 CONCLUSÃO.....	96
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
5.1 SOBRE A TECNOLOGIA WORKFLOW	97
5.2 SOBRE A TECNOLOGIA BSCW	97
5.3 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS: WORKFLOW X BSCW	98
5.3.1 Aspectos Positivos do Workflow.....	98
5.3.2 Aspectos Negativos do Workflow	99
5.3.3 Aspectos Positivos do BSCW	99
5.3.4 Aspectos Negativos do BSCW.....	100
5.3.5 Conclusões sobre a Comparação Workflow x BSCW	100
5.4 CONTRIBUIÇÕES.....	101
5.5 TRABALHOS FUTUROS.....	102
ANEXOS	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Processo e seus componentes [Cruz 98]	11
Figura 2.2 - Processo e suas divisões.....	12
Figura 2.3 - Papéis que uma pessoa pode assumir num processo de mudança.....	14
Figura 2.4 - Groupware e suas tecnologias [Cruz 98]	22
Figura 2.5 - Arquitetura genérica de um sistema Workflow [Barthelmess 96]	32
Figura 2.6 - Exemplo de Workflow: aquisição de insumos [Barthelmess 96].....	33
Figura 2.7 - Ciclo para implantação da tecnologia Workflow	36
Figura 3.1 - Estrutura organizacional do NuPES	43
Figura 3.2 -Desenvolvimento de Projetos Eletrônicos com a Participação do NuPES	50
Figura 3.3 - Sub-fluxo para definição da equipe de projeto.....	53
Figura 3.4 - Sub-fluxo para alteração da equipe de projeto	54
Figura 3.5 - Consulta rápida às atas de reunião.....	56
Figura 3.6 - Ferramenta de correio eletrônico própria.....	57
Figura 3.7 -Formulário para solicitação de dados de projeto.....	58
Figura 3.8 - Formulário para armazenamento de dados de projeto	59
Figura 3.9 - Interação com a Intranet pré-existente.....	60
Figura 3.10 - Exemplo de checklist	61
Figura 3.11 - Realimentação no workflow.....	62
Figura 3.12 -Visão parcial das sub-pastas criadas para organização dos dados no BSCW	64
Figura 3.13 - Campos de discussão criados no BSCW para armazenamento de informações	65
Figura 3.14 - Visão parcial da área “administração”, criada no BSCW	66
Figura 3.15 - Conteúdo da pasta “contatos”.....	66
Figura 4.1 - Perfil de formação dos professores participantes do NuPES	69
Figura 4.2 - Distribuição etária e da experiência profissional dos professores do NuPES.....	69
Figura 4.3 - Tempo em que os participantes da pesquisa atuam no NuPES.....	70
Figura 4.4 - Formato da informação de origem das necessidades.....	71
Figura 4.5 - Desvio médio da importância atribuída para as necessidades	74
Figura 4.6 - Média do grau de importância atribuído por cada professor às necessidades	75
Figura 4.7 - Correção realizada na amplitude das necessidades (normalização).....	76
Figura 4.8 - Distribuição seqüencial da importância identificada para as necessidades	76
Figura 4.9 - Mapa do grau de importância identificada para as necessidades	77
Figura 4.10 - Distribuição crescente da importância identificada para as necessidades	77
Figura 4.11 - Valor médio do grau de importância identificado para as necessidades	78
Figura 4.12 - Necessidades e suas possibilidades de atendimento com Workflow.....	89
Figura 4.13 - Apontadores de adequação do Workflow para atendimento das necessidades..	90
Figura 4.14 - Necessidades e suas possibilidades de atendimento com BSCW	90
Figura 4.15 - Apontadores de adequação do BSCW para atendimento das necessidades.....	91
Figura 4.16 - 1ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades.....	92
Figura 4.17 - 2ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades	93
Figura 4.18 - 3ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades	95
Figura 4.19 - Abrangência de Workflow e BSCW no atendimento das necessidades.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Transição entre os modos passivo e ativo na abordagem de processos	29
Tabela 2.2 - Critérios para processos em que é conveniente implantar Workflow	35
Tabela 4.1 - Fatores de correção aplicados para normalização das importâncias atribuídas...	75
Tabela 4.2 - Possibilidades de atendimento das necessidades com Workflow e BSCW	80
Tabela 4.3 - Distribuição da importância em função das possibilidades de atendimento	94

LISTA DE ABREVIATURAS

AgP	Ambiente de aprendizagem baseado em portfólios usando arquitetura multi-agentes
API	<i>Application Program Interface</i>
BSCW	<i>Basic Support for Cooperative Work</i> / Suporte Básico para Trabalho Cooperativo
CAD	<i>Computer Aided Design</i> / Projeto Auxiliado por Computador
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> / Engenharia Auxiliada por Computador
CAVE	<i>Collaborative Automatic Virtual Environment</i>
CEFET-PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
COVEN	<i>Collaborative Virtual Environment</i>
CPDTT	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia de Telecomunicações
CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i> / Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador
CVEs	<i>Collaborative Virtual Environment</i> / Ambientes Virtuais Colaborativos
E-commerce	Comércio Eletrônico
EMC	<i>Electromagnetic Compatibility</i> / Compatibilidade Eletromagnética
EngS	Engenharia Simultânea
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FAQ	<i>Frequently Asked Question</i> / Pergunta Frequentemente Realizada
GMD-FIT	<i>Institute for Applied Information Technology, German National Research Center for Computer Science</i>
HCI	<i>Human Computer Interaction</i> / Interação Ser-Humano Computador
HTML	<i>Hipertext Markup Language</i>
IDA	<i>Institute of Defense Analysis</i>
IHC	Interação Ser-Humano Computador
ISHC	Interação Ser-Humano Computador
ISO	<i>International Standards Organization</i> / Organização Internacional de Padrões
IT	Inovação Tecnológica
ITK	<i>Interface Tool Kit</i> / Kit de Ferramentas para Interface
LAN	<i>Local Area Network</i> / Rede Local
NICE	<i>Narrative Imersive Construcionist-Collaborative Environments</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
NT	Tipo de Sistema Operacional
NuPES	Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBL	<i>Project Based Learning</i> / aprendizagem baseada em projetos
PC	<i>Personal Computer</i> / Computador Pessoal
PCB	<i>Printed Circuit Board</i> / Placa de Circuito Impresso
PCI	Placa de Circuito Impresso
PDM	<i>Project Data Management</i> / Gerenciamento de Dados de Projeto
PPGIA	Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada
PPGTE	Programa de Pós-Graduação em Tecnologia
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
SI	Sistemas de Informação
UNIX	Tipo de Sistema Operacional
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i> / Linguagem para Modelamento de Realidade Virtual
Wf	Workflow
WfMC	<i>Workflow Management Coalition</i>
WFMS	<i>Workflow Management System</i>
WWW	<i>World Wide Web</i> / Rede Mundial de Computadores (Internet)

RESUMO

Esse trabalho focaliza a adequação de tecnologias para auxílio à gestão de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento no contexto de Engenharia Simultânea. Especificamente, as tecnologias Workflow e BSCW (*Basic Support for Cooperative Work*) são estudadas. São apresentadas a identificação, modelagem e implementação de um Workflow para projeto de placas de circuito impresso, bem como as conclusões sobre o processo de estruturação e uso do BSCW para auxílio no gerenciamento de projetos. O levantamento de dados junto ao grupo de estudo empregou uma abordagem qualitativa. Como resultados, este trabalho apresenta um quadro comparativo das duas tecnologias, a descrição de uma abordagem interativa que permitiu a explicitação das necessidades para gestão de P&D e, finalmente, a definição de um conjunto de indicadores de adequação das tecnologias estudadas no contexto da Engenharia Simultânea.

ABSTRACT

This work is focus on adaptation of technologies for aid the Research and Development administration projects in the Concurrent Engineering context. Specifically, the technologies Workflow and BSCW (Basic Support for Cooperative Work) are studied. It's presented the identification, modellement and implementation of a Workflow for printed circuit board design, as well as the conclusions on the structuring process and use of BSCW for aid in project management. The rising of data in the study group used a qualitative approach. As results, this work presents a comparative picture of the two technologies, the description of an interactive approach that allowed the presentation of needs for R&D administration and, finally, the definition of group sharpeners for adaptation of the technologies studied in the context of Concurrent Engineering.

INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se a profusão de tecnologias que se propõem a tratar problemas inerentes à gestão do conhecimento, em empresas e instituições de pesquisa.

A problemática associada à gestão do conhecimento é complexa e engloba áreas do conhecimento que vão desde a tecnologia da informação até a sociologia, passando por antropologia, engenharia de *software*, lingüística, organização e métodos, interação ser humano computador, entre outras [Ermine 96].

Na busca de soluções para problemas prementes, com freqüência opta-se por uma tecnologia em função da relação entre seu custo e os benefícios que aparentemente oferece.

O problema fica mais caracterizado a partir do fato das tecnologias mapearem áreas que podem ou não se sobrepor, da mesma maneira como os custos entre elas são dispares (desde praticamente zero até centenas de milhares de dólares).

Há uma carência de estudos mais claros acerca das possibilidades e abrangência dessas tecnologias aplicadas a situações pontuais. Assim, o objetivo deste trabalho é tratar parte desse problema, estudando duas tecnologias dentro do universo existente. Essa delimitação torna o problema menos complexo. Estamos conscientes que o enfoque adotado, predominantemente técnico, poderá ser causa de limitações nas conclusões sobre o mesmo.

A situação-problema escolhida foi a gestão de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em um ambiente dedicado ao estudo da Engenharia Simultânea (EngS), mais precisamente o Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea – NuPES, que é caracterizado pela necessidade de organização de pessoas e informações, acompanhamento de projetos, documentação do que é produzido, e pela obtenção de condições para re-utilização de soluções desenvolvidas pelo grupo.

O NuPES vem desenvolvendo iniciativas nesse sentido, como a implantação de uma Intranet, estudos sobre gerenciamento de dados de projeto (PDM¹) e sobre a definição de métricas² de desempenho.

Dentro da proposta geral do Núcleo de estudar novas formas de trabalho com Engenharia Simultânea, a coordenação considerou conveniente realizar um estudo exploratório sobre o investimento necessário, seja em termos de *software*, equipamentos ou

¹ Project Data Management, ou gerenciamento de dados de projeto.

² Utilização de números que evidenciam os processos de desenvolvimento e trazem subsídios para futuras tomadas de decisão, definição de estimativas mais apuradas e dimensionamento de equipes.

de recursos humanos, para adoção da tecnologia Workflow (Wf). Assim, avançamos nesse estudo para capacitar o grupo acerca dessa nova tecnologia, que tem grande probabilidade de ser usada num futuro próximo.

Em outra oportunidade, propiciada por uma atividade de P&D no NuPES, foi estruturado um ambiente de trabalho cooperativo no BSCW (*Basic Support for Cooperative Work*), que propiciou a padronização dessa tecnologia para o compartilhamento de informações entre os membros de atividades desenvolvidas no Núcleo.

O objetivo deste trabalho é, além de relatar os processos vivenciados na implantação de Wf e BSCW, apresentar um quadro comparativo que auxilie a avaliação de aplicabilidade das duas tecnologias num ambiente de EngS.

Dessa forma, obtivemos como resultado a definição de um cenário que apresenta as necessidades para gestão de atividades de P&D no NuPES. Dentro do contexto de EngS, foi verificada a possibilidade do atendimento dessas necessidades com as tecnologias Wf e BSCW.

Como subprodutos do trabalho, podemos citar:

- a) O desenvolvimento de um procedimento para explicitação coletiva de pontos críticos para a gestão de P&D num ambiente de EngS;
- b) Definição de um modelo para implantação da tecnologia Wf em ambientes de P&D que trabalhem com EngS;
- c) Modelagem e implementação de um Wf para atividades desenvolvidas na área de eletrônica do NuPES;
- d) Um procedimento para implementação de outros Wfs no NuPES;
- e) A introdução e a adoção (padronização) da tecnologia BSCW para gestão de P&D pelas equipes multifuncionais do NuPES;
- f) Um tutorial sobre a utilização prática do BSCW;
- g) Dois artigos científicos relacionados a Wf (1 de nível local e outro internacional);
- h) A estruturação no BSCW de um ambiente para facilitar o processo de interação orientado-orientador, no curso dessa dissertação.

O leitor poderá encontrar uma visão geral da problemática associada à Inovação Tecnológica (IT) no Capítulo 1.

No Capítulo 2, fazemos um apanhado geral das tecnologias para gestão de processos de P&D, focando principalmente em Wf e BSCW.

No Capítulo 3, é disponibilizado um relato sobre as experiências de implantação das tecnologias Wf e BSCW, no NuPES.

No Capítulo 4, é apresentada uma pesquisa realizada no NuPES, sobre a adequação das tecnologias Wf e BSCW no contexto da EngS.

Finalizando o trabalho, são apresentadas no Capítulo 5 algumas considerações sobre as tecnologias Wf e BSCW, a comparação de aspectos positivos e negativos de cada uma delas, bem como sugestões para estudos futuros relacionados à gestão de processos de P&D e outras linhas de pesquisa associadas.

1 A PROBLEMÁTICA ASSOCIADA À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresentamos uma revisão de literatura focada nas dificuldades do processo de Inovação Tecnológica (IT) e as peculiaridades deste.

A compreensão do contexto em que a problemática da IT está inserida, se faz necessária antes do aprofundamento em soluções específicas.

Tratamos de temas como a variável tecnológica e a busca de competitividade, em contraposição à estrutura das organizações, visando evidenciar a necessidade de mudanças na gestão destas.

1.2 A VARIÁVEL TECNOLÓGICA

Neste final de século uma nova configuração se apresenta para a sociedade como um todo. Surgem novas tecnologias e propostas de como aplicá-las nas organizações, alterando profundamente a vida das pessoas. A globalização e as tecnologias emergentes passam a fazer parte do cotidiano da maioria das atividades geradoras de produtos ou serviços [Moeckel 98a].

Vivenciamos atualmente uma nova maneira de considerar os sistemas, onde se sobrepõe a necessidade do enfoque sistêmico; é necessário considerar seus diversos elementos interdependentes, para então reuni-los em uma ou várias lógicas de funcionamento. O momento é de busca de formas e métodos mais eficientes de trabalho, do desenvolvimento da capacidade inovativa e do estímulo ao empreendedorismo, de fatores que aumentem a competitividade e, conseqüentemente, a probabilidade de sobrevivência no mercado econômico globalizado.

No novo contexto mundial, a questão tecnológica é um dos grandes desafios para o dirigente empresarial, visto que a variável tecnológica é elemento básico da estratégia empresarial [Vasconcellos 92].

Frederick Betz, citado por Jacques Marcovitch, observa que uma empresa só domina a variável tecnológica quando é capaz de internalizar o processo de IT, administrar profissionalmente a função pesquisa e desenvolvimento (P&D) e promover seu espírito empreendedor interna e externamente [Marcovitch 90].

Michel Porter, no seu clássico estudo sobre a competitividade empresarial, destaca a IT como um “fator determinante” de êxito, ou seja, a tecnologia se apresenta como variável imprescindível para a sobrevivência das empresas no final deste século [Porter 93].

Jacques Marcovitch acrescenta ao atual cenário, que “as novas tecnologias corroem, equalizam ou propulsionam a vantagem competitiva de uma empresa, garantindo sua sobrevivência ou condenando-a ao desaparecimento” [Marcovitch 90].

Essas mudanças entre outras, ensejam impactos, ocasionando mudança de paradigmas de produção, e levam o setor empresarial a uma necessidade de desenvolvimento, transferência e aplicação de inovações tecnológicas [Moeckel 98b].

Mesmo adotando esse “espírito inovador”, as empresas enquanto agentes de transformação econômica, encontram desafios estruturais e organizacionais que urgem de serem vencidos, frente à competição globalizada. Entre eles, assegurar a garantia da qualidade do produto e a rapidez na sua entrega ao cliente, o que exige o entendimento e emprego de diversas ferramentas técnicas e tecnologias [Dahlman 94].

1.3 A BUSCA DA COMPETITIVIDADE

Uma empresa estará preparada para competir mundialmente na medida em que puder internalizar, em escala global, bens de valor agregado e recursos tais como: conhecimento tecnológico, adequação à cultura organizacional, gestão de seus ativos, padronização da produção e conhecimento de sua cadeia de valor na busca de um desenvolvimento sustentável.

A busca pela competitividade tem levado empresas a introduzirem nas suas estruturas um novo entendimento da variável tecnológica, no que se refere ao planejamento estratégico, às tecnologias de produtos, processos, informação, gestão comportamental, qualidade e integração de tarefas [Moeckel 98a].

No caso das empresas brasileiras, com a estabilização da economia tornou-se viável o planejamento de longo prazo, permitindo à administração gerencial uma atuação pró-ativa baseada em novos conceitos, adotando processos de qualidade que buscam maior produtividade e eficiência.

1.4 A ESTRUTURA DAS ORGANIZAÇÕES

O estreitamento de laços cooperativos entre trabalhadores, administradores e empresários em torno de objetivos comuns, oriundos do desempenho econômico da empresa a longo prazo, núcleo do “toyotismo”, permitiu o enriquecimento do conteúdo do trabalho executado, transferindo maior autonomia de decisão ao trabalhador, e valorizou a

adoção do trabalho em grupo no processo produtivo. A reintegração das funções de concepção e execução, em um ambiente de flexibilização dos processos produtivos, acaba por destacar a necessidade do trabalhador estar apto a exercer múltiplas funções, exigindo maior conhecimento e capacitação de todos os níveis de colaboradores da empresa, mas permitindo a redução dos níveis hierárquicos anteriormente necessários [Moeckel 98b].

Tais inovações conjugadas permitiram um salto qualitativo e quantitativo na produção jamais obtido anteriormente pelas empresas, que passaram a produzir mercadorias com maior qualidade intrínseca ao mesmo tempo em que reduziram drasticamente os estoques e a utilização de recursos no processo produtivo. Assim, o sucesso empresarial tem sido considerado como uma função da orientação da empresa para o mercado, através da fabricação de produtos diferenciados, inovadores e que agregam valor de uso para seus consumidores [Moeckel 98b].

Sintetizando, esta chamada produção de alta performance é considerada um novo paradigma por apresentar condições superiores de qualidade, produtividade e rentabilidade, as quais "cedo ou tarde, obrigarão aos demais concorrentes a adotá-lo para não perecer economicamente" [Passos 96].

1.5 A NECESSIDADE DE MUDANÇA NA GESTÃO DAS ORGANIZAÇÕES

Michel Porter, ao comentar o inter-relacionamento entre a atratividade de um ramo de atividade para investidores e a competitividade de uma empresa em particular, diz que "ambas as questões são dinâmicas; a atratividade da indústria e a posição competitiva modificam-se. As indústrias tornam-se mais ou menos atrativas no decorrer do tempo, e a posição competitiva reflete uma batalha interminável entre os concorrentes". Isto é verdadeiro, e mais importante à medida que o dinamismo dos mercados se acentua [Porter 93].

Com a globalização das atividades econômicas e dos mercados, "cada empresa, não importa o tamanho e à exceção apenas daqueles negócios muito pequenos e estritamente regionais, precisa achar seu lugar nessa economia global. Mesmo que os negócios estejam num único país, estarão competindo com empresas de todo o mundo desenvolvido" [Drucker 95].

As empresas devem se esforçar profundamente em busca de capacitação e eficiência tecnológica para assegurar sua sobrevivência de longo prazo. As mudanças certamente serão profundas, tanto nas técnicas quanto nos comportamentos, e deverão prevalecer nos mercados as empresas cujas estratégias utilizam informações ainda não disponibilizadas para seus concorrentes e que possuam maior grau de difusão das mesmas

no seu corpo funcional; aquelas em que este seja composto de pessoas com maior grau de educação e de qualificações tecnológicas, e as empresas que vierem a alcançar um ambiente de trabalho participativo e cooperativo [Passos 96].

Além de uma simples evolução do passado recente, o que se assiste agora caracteriza uma descontinuidade efetiva e exige uma redefinição ampla de papéis no processo produtivo e no contexto da apropriação dos ganhos gerados em tal processo, implicando em transformações de cunho sócio-cultural, para as quais certamente nem todas as empresas (e seus dirigentes) estarão adequadamente preparadas.

Entretanto, para a quase totalidade das empresas brasileiras, e especialmente as paranaenses, está fora do seu alcance influir decisivamente no curso dos acontecimentos que estão determinando a inflexão atual nos rumos do capitalismo mundial. Cabe-lhes, apenas, rever seus posicionamentos estratégicos e adotar esforços no sentido de conquistar melhores graus de competitividade que não se espelham no presente imediato mas no futuro. As ações mais concretas destas empresas focalizam seus ambientes internos, especificamente a área administrativa e, portanto, vão atuar na estrutura da organização, em seus níveis hierárquicos, habilidades internas, relações com os trabalhadores, na adoção de políticas de incentivos, estratégias de preço e de produto, layout das instalações, controles gerenciais, programas de treinamento, uso de tecnologias de produção e gestão, ênfase em pesquisa e desenvolvimento, apoios a inovações técnicas e gerenciais [Passos 96].

Neste contexto, torna-se atrativa para a empresa a realização de pesquisas no campo da gestão de processos para aumento do seu grau de IT, buscando melhorar sua capacidade competitiva nos mercados.

A competição internacional está exigindo das empresas maior capacidade de adaptação às exigências e contingências do mercado consumidor. Uma idéia que hoje poderia tornar-se um produto de sucesso, pode ser inútil caso este não esteja disponível no mercado a tempo de ser aproveitado, seja pela descaracterização da sua necessidade pela constante evolução das tecnologias, seja pela delimitação de fatias de mercado por empresas concorrentes, que podem antecipar o conceito que a idéia pretendia propor e, com isso, cativar os consumidores.

A qualidade do produto deixou de ser um mero adjetivo, que antigamente poderia ou não ser considerado pelo comprador, passando a ser uma exigência dos mercados nacional e internacional, evidenciada pelo número cada vez maior de certificações exigidas e reclamações nos órgãos de defesa do consumidor.

1.6 CONCLUSÃO

Investimentos maciços em ferramentas computacionais e treinamento de pessoal não são suficientes, se tratados de forma isolada, para a obtenção de sucesso no lançamento de novos produtos. O mesmo ocorre com a aplicação indiscriminada de técnicas gerenciais.

As propostas comerciais se apresentam de maneira generalizada como soluções definitivas para gestão de P&D. Entretanto, vem se observando cada vez mais no meio acadêmico, que a tecnologia por si só não basta [Orlikowski 97]. Neste contexto, é importante que sejam desenvolvidas metodologias para análise e adequação do uso de tecnologias em situações específicas, como por exemplo a gestão de P&D em ambientes de EngS.

O leque tecnológico sendo amplo, vide Capítulo 2, esse trabalho se limitará a duas tecnologias específicas, Workflow e BSCW.

2 NOVAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE PROCESSOS DE P&D

2.1 INTRODUÇÃO

Considerando a problemática associada à Inovação Tecnológica apresentada no Capítulo 1, descrevemos neste capítulo um conjunto de conceitos relacionados à aplicação de tecnologias em ambientes específicos. Abordamos do que trata a Engenharia Simultânea (EngS), a necessidade de uma correta compreensão do significado de processo e seus componentes nesse contexto, características da mudança tecnológica, e uma noção sobre equipes, visando a introdução de conceitos do trabalho cooperativo (Itens 2.2 a 2.6).

Concentrados numa forma de trabalho cooperativo, o apoiado por computador (CSCW), descrevemos conceitos, modelos, requisitos e exemplos desses sistemas, culminando nos Itens 2.8 e 2.9 com o detalhamento de dois deles, abordados na seqüência deste trabalho: Workflow e BSCW.

2.2 A ENGENHARIA SIMULTÂNEA

A Engenharia Simultânea (EngS) é uma abordagem gerencial alternativa, que visa a melhoria das condições de competitividade das empresas através da redução do ciclo de desenvolvimento de novos produtos. Isso é estimulado através da inserção de paralelismo entre as etapas do processo. Dessa forma, a interação entre os participantes das equipes passa a ser um fator fundamental.

É necessário o engajamento de toda a equipe participante desde as etapas iniciais do processo, o que exige um compartilhamento organizado de dados e informações para evitar desperdícios e re-trabalhos. Esta abordagem difere fortemente do processo seqüencial tradicional, onde uma etapa é iniciada após a conclusão da antecedente.

Uma definição bastante de EngS foi publicada em dezembro de 1988 pelo IDA (*Institute of Defense Analysis*): “Engenharia Simultânea é um procedimento sistemático para o projeto integrado e simultâneo de produto e seus processos correlatos, incluindo manufatura e pós-venda” [IDA 88].

Na EngS, a utilização de recursos computacionais para *prototipagem numérica*³ dos produtos, ainda no seu desenvolvimento, mostra-se como uma alternativa eficiente para a detecção precoce de falhas que, quanto mais tempo demoram para ser percebidas, mais

³ Obtenção das primeiras versões do produto em formato digital (arquivos CAD/CAE).

onem o *custo total de fabricação*⁴ e reduzem assim as margens de lucro das empresas, que já vêm sendo achatadas por imposição da forte concorrência num mercado globalizado.

Para ilustrar essa problemática, imaginemos uma situação envolvendo necessidade de alteração de projeto. Caso o problema seja identificado na etapa de concepção, o custo deste re-trabalho irá corresponder a uma 1 unidade monetária. Na etapa de produção irá corresponder a 10 unidades. Finalmente, se essa falha for percebida somente quando o produto estiver no mercado (à semelhança dos *recalls* veiculados na mídia pela indústria automobilística), o custo envolvido poderá chegar a 1000 unidades monetárias [Smith 91].

Fatos como o atraso na detecção de problemas num processo produtivo, podem até determinar a falência de uma empresa. Analisando a questão sob esse prisma, fica fácil a compreensão, mesmo pelos burocratas mais reticentes, da necessidade de investimento em recursos que permitam IT nos processos de desenvolvimento e produção.

2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE PROCESSOS

Como a EngS aborda com freqüência o termo processo, é importante que fiquem claros os conceitos originários da teoria de processos e como eles são utilizados nas novas tecnologias.

De acordo com a norma ISO 8402, onde são definidos os termos usados nas normas para a qualidade, processo aparece definido como o “*conjunto de recursos e atividades inter-relacionadas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas)*”.

Os processos foram popularizados a partir da reengenharia. Criada pelo professor de Tecnologia da Informação Michael Hammer, este conceito preconiza que se deve primeiro abortar a forma como um processo vinha operando, para recriá-lo completamente depois, e daí implantar uma nova Tecnologia da Informação, para que tenha melhores condições de sucesso.

Contribuindo para a disseminação do conceito de processo, a norma ISO9000, conhecida como a “norma da qualidade”, estabelece a necessidade de organização, através da identificação e clara definição dos processos produtivos, para que haja repetibilidade no padrão de realização de tarefas, de acordo com as especificações contidas em um Manual da Qualidade.

Inicialmente, o termo processo era de uso praticamente restrito a especialistas da área de manufatura. Profissionais da área de informática utilizavam o termo rotinas, que são subprodutos de processos.

4 Composto pelo custo de desenvolvimento e o de produção.

A estruturação das empresas através de funções, o que ainda acontece nos dias de hoje, é um grande obstáculo para o entendimento e execução de processos. Se a orientação da estrutura fosse voltada a processos, além da melhor compreensão do conceito, teríamos uma melhor resposta dos empregados, justamente pelo melhor entendimento do papel de cada um na empresa, das responsabilidades e resultados esperados.

Estudiosos como Frederick Taylor defendiam a tese de que a repetibilidade na execução das tarefas, por um mesmo trabalhador, elevaria o padrão de qualidade do produto a ser obtido. Isso levou à concentração de empregados de mesma especialização em determinados departamentos. Na estrutura baseada em funções, aparecem os chamados processos multifuncionais ou interfuncionais, ou seja, aqueles que são compostos por atividades que pertencem a várias funções.

Processo pode ser definido da seguinte forma:

- Processo é uma série de atividades que consomem recursos e produzem um bem ou serviço [Hronec 94].
- Processo é uma série de atividades inter-relacionadas que convertem negócios de entrada em negócios de saída [Manganelli 94].
- Processo é o conjunto de atividades que tem por finalidade transformar, montar, manipular e processar matéria-prima para produzir bens e serviços que serão disponibilizados para clientes [Cruz 98].

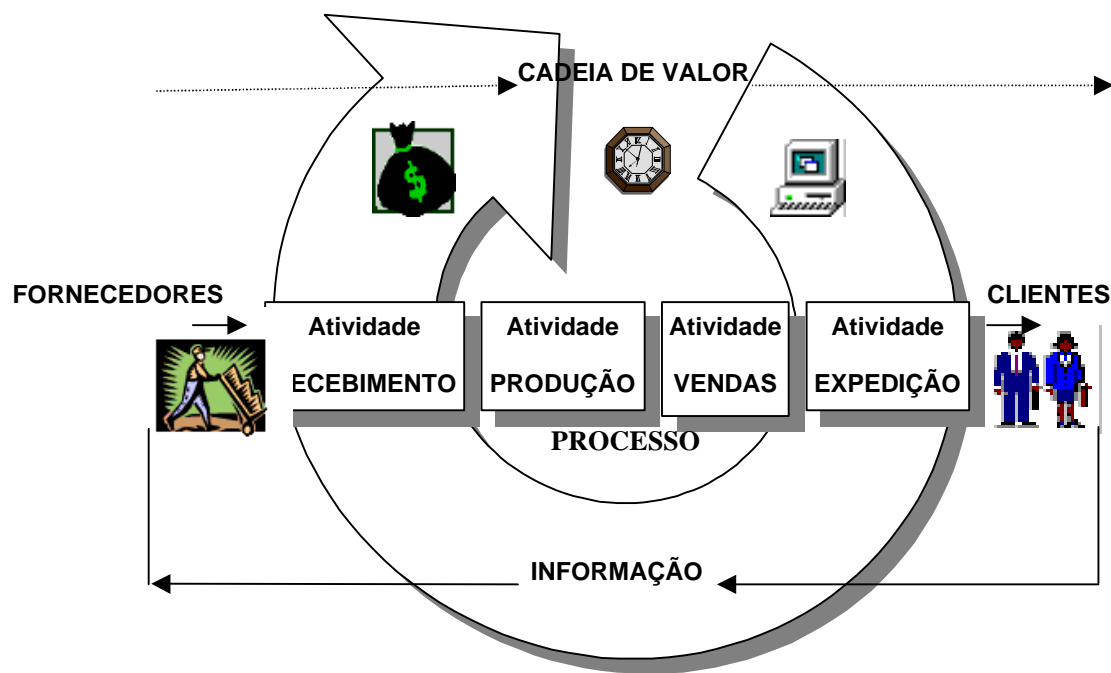


Figura 2.1 - Processo e seus componentes [Cruz 98]

As definições de processo estão permeadas pela noção de estruturação, ou seja, há necessidade de que as empresas organizem e documentem constantemente seus processos produtivos. Passado, presente e futuro de uma empresa estão diretamente relacionados com o que está ou não documentado.

Processo é uma entidade regida por leis bastante particulares. Considerando que todo processo é a reunião de várias atividades que visam um determinado objetivo, podemos afirmar seguramente que desde o início da humanidade convivemos com a existência de processos.

Consciente ou inconscientemente, o homem procura otimizar os esforços dispendidos na realização de seus propósitos. Há registros da divisão do trabalho em processos produtivos em povos da antiguidade, como os Maias, Astecas e Egípcios. Com o passar do tempo, o homem desenvolveu um conjunto de conhecimentos, englobando ciência, metodologia e tecnologia, de forma a viabilizar a repetição do sucesso no desempenho de cada operação. A partir daí surgiram formalmente processos, atividades, organização⁵ e programas da qualidade.

O entendimento equivocado do que seja processo figura como uma das principais causas da desorganização e ineficiência dos mesmos. Existem pessoas que costumam chamar de processo tudo o que realizam. Assim, procedimentos de vendas viram processo de vendas, procedimentos de compras viram processo de compras. As dúvidas de interpretação provocadas pelo uso errado da terminologia impedem que cada elemento seja tratado dentro das características de sua própria natureza, comprometendo o trabalho de levantamento, documentação e melhoria do verdadeiro processo [Cruz 98].

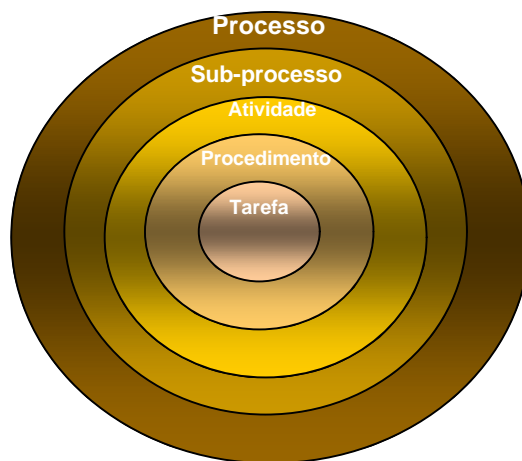


Figura 2.2 - Processo e suas divisões

⁵ No sentido de "arrumação". Não estamos nos referindo a organização como entidade.

Um processo pode ser dividido quando for complexo⁶, resultando em sub-processos. Sub-processo pode ser definido como o "conjunto de atividades correlacionadas, que executa uma parte específica do processo, do qual recebe insumos e para o qual envia o produto do trabalho realizado por todas." [Cruz 98]

No dicionário Aurélio [Ferreira 95], o conceito de atividade é traduzido como "qualquer ação ou trabalho específico"; Tadeu Cruz [Cruz 98] considera atividade como o "conjunto de procedimentos que deve ser executado a fim de produzir determinado resultado"; James Kobiélus [Kobiélus 97] introduz uma dimensão humana postulando que se trata de uma "unidade de trabalho executada por um único responsável, que tem condições determinadas de início e fim".

Todo processo é composto de várias atividades que têm papéis e responsabilidades diferenciados. As atividades se subdividem em procedimentos, que devem indicar:

- início e término de uma atividade;
- o que dá início à atividade;
- como a atividade deve ser executada;
- quais ferramentas serão utilizadas para realização da atividade.

Os procedimentos são compostos por conjuntos de tarefas, chamadas de passos, que são a menor parte realizável de uma atividade

2.4 MUDANÇA TECNOLÓGICA

Para a implantação de qualquer tecnologia que objetive a racionalização de processos de produção e desenvolvimento, há a necessidade de atenção especial quanto ao conjunto de atividades abrangidas, que devem ser adequadas previamente.

2.4.1 Cultura Organizacional

A elaboração de um planejamento para adaptação cultural das pessoas que serão envolvidas em qualquer melhoria de processo, deve preceder a automatização deste. É necessário estabelecer um plano que coloque cada funcionário como defensor da tecnologia que se pretende implantar, e não como "sabotador" do processo de implantação.

É compreensível, dentro de certos limites, que as pessoas imaginem que as novas tecnologias vieram para vigiá-las, monitorar os passos de cada funcionário da empresa, para "registrar" eventuais desvios de padrão na realização das atividades.

Deve-se considerar a cultura organizacional da empresa quando se pretende mudar seu *modus operandi*. As situações de medo e desconforto que irão aflorar na implantação

⁶ Possuir muitas atividades, entradas e saídas.

da nova tecnologia devem ser administradas, respeitando os valores de cada indivíduo e tentando transformá-los em aliados do processo; jamais se deve hostilizá-los.

É preciso entender a impossibilidade de qualquer *software* funcionar direito sem o envolvimento das pessoas. Deve-se levar em consideração que a mudança na forma de atuação dos trabalhadores será significativa. Esta percepção, feita com a devida antecedência, garante melhores condições de sucesso ao processo de mudança.

2.4.2 Gerenciando a Mudança

A maioria das pessoas apresentam rejeição a mudanças. O reconhecimento do perfil de cada indivíduo envolvido num processo de mudança é fundamental. Isso deve ser feito por quem coordena a mudança, através de observação. Assim, pode-se adequar a abordagem para que cada um se torne aliado do processo.

A postura frente ao novo, pode envolver desde indiferença, rejeição e sabotagem, até a colaboração e entusiasmo. Os papéis que uma pessoa geralmente assume frente a um processo de mudança podem ser representados da seguinte forma [Cruz 98]:

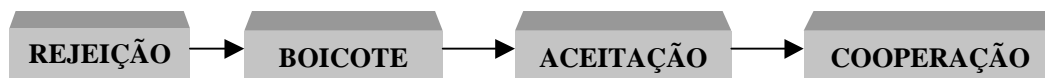


Figura 2.3 - Papéis que uma pessoa pode assumir num processo de mudança

Um fator importante no gerenciamento de um processo de mudança, seja ela grande ou pequena, é a informação dos envolvidos sobre o que motivou a mudança, onde se pretende chegar e qual o papel que se espera que cada um assuma. Isso pode ser feito através de um seminário de curta duração.

O gerenciamento do processo de mudança objetiva converter o medo inicial do desconhecido e sua rejeição natural, em domínio da tecnologia por meio do conhecimento de seu uso, quando então se chega à fase de cooperação.

Na seqüência, serão apresentados maiores detalhes sobre os papéis que uma pessoa pode assumir num processo de mudança.

Rejeição

Qualquer mudança, por menor que seja, está associada à ruptura. Rupturas causam desconforto, e isso explica o fato de toda mudança, por princípio, ser indesejada.

No ambiente de trabalho, é comum o uso de artifícios para retardar o processo de mudança. Na fase de rejeição, é comum ouvir frases do tipo:

- “Sempre foi feito assim e deu certo.”
- “Time que está ganhando não se mexe!”
- “Acho que do jeito que está, está bom!”

Essas frases, diretas e objetivas, denotam total rejeição pelo novo. Entretanto, existe um tipo pior de rejeição que exige maior cuidado. É quando as pessoas sugerem e aceitam um volume excessivo de mudanças, na tentativa de que nada seja feito pela absoluta falta de limites. Nesses casos, costuma-se dizer:

- “Deveríamos ir além disso.”
- “Já que vamos mudar, não podemos deixar isso de lado!”
- “Ou se faz tudo ou não se faz nada!”

Tanto em um como em outro extremo, deve-se impor limites para que a mudança seja feita no tempo certo, de acordo com as possibilidades.

Tadeu Cruz [Cruz 98], sugere as seguintes regras para que as pessoas passem a colaborar em um processo de mudança:

- a) Não assuste o usuário: Não saia dizendo o que você vai fazer para melhorar o processo de trabalho dele. Procure ouvir sugestões sobre o que precisa ser feito. Tente fazer com que as mudanças necessárias sejam requeridas pelos usuários. Técnicas como *brainstorm* podem ser usadas para identificar as necessidades.
- b) Identifique os colaboradores e alie-se a eles: Dentre os usuários que são favoráveis ou contra as mudanças, é fundamental apoiar-se no lado certo. O respaldo do responsável pela área que será mudada, ou de alguém que tenha influência no processo decisório da empresa, não pode ser desprezado.
- c) Coloque em evidência as vantagens do novo sistema: Tente fazer com que as novas possibilidades sejam vistas como se já estivessem fazendo parte da realidade da empresa, sem denegrir a forma como as coisas vinham sendo feitas no passado. Preocupe-se em não gerar resistências desnecessárias, que aparecem quando se fala mal do que vinha sendo feito.

Boicote

No estágio de rejeição, as pessoas limitam-se a colocar empecilhos às mudanças, numa atitude passiva ao novo panorama que lhes é apresentado.

Quando a atitude se torna ativa contra qualquer modificação, ou seja, quando as pessoas passam a trabalhar contra o novo, fazendo o possível para que tudo venha a dar errado, dizemos que o estágio é de boicote, o mais perigoso deles.

As ações tomadas contra qualquer tipo de boicote devem explicitar o ponto de inflexão entre presente e passado, evidenciando como superados os antigos paradigmas.

Aceitação

O rompimento com o passado é o fator que dá início ao estágio de aceitação às mudanças. Porém, isto não é suficiente para que a mudança tenha sucesso.

Quando os usuários estiverem no estágio de aceitação, precisa-se trabalhar para que a aceitação deixe de ser passiva e passe a ser ativa, ou seja, parar de boicotar não é suficiente.

Os usuários ativos na aceitação da mudança são aqueles que, além de demonstrar a satisfação com as novas atividades, criam uma sinergia no ambiente, contribuindo para que os demais também aceitem suas novas condições de trabalho. Esses usuários, que aceitam ativamente o processo de mudança são os primeiros a atingir o estágio de colaboração.

Colaboração

Esse é o estágio mais desejado por quem empreende mudanças. Nele, mudanças são associadas a descobertas, pois se conta com a força criativa de cada participante; novos patamares qualitativos e quantitativos são atingidos, através da exploração da potencialidade das novas práticas.

Mesmo com os aspectos positivos que esse estágio tem, não se pode negligenciar o gerenciamento das mudanças até que elas passem efetivamente a fazer parte do cotidiano, ou seja, que elas deixem de ser vistas como mudanças. Ao menor sinal de problema ou abandono, pode haver retrocesso na disposição em colaborar.

2.5 EQUIPES

A formação de um grupo heterogêneo de pessoas com a finalidade de lançar um produto, criar um novo sistema, não basta para obter sucesso. A diversidade não é tudo. Na prática, é necessário mudar a visão bairrista⁷ para uma visão mais ampla, que priorize os objetivos do grupo. O sucesso e o reconhecimento são da equipe; o fracasso é culpa de todos os membros da equipe [Parker 95]:

Às vezes, obsessões a respeito de segurança de dados podem levar os membros a se isolarem, uns dos outros. Outro fator importante é o treinamento dos membros das equipes. Algumas empresas têm repassado, com êxito, a liderança dos treinamentos para funcionários mais experientes em tecnologias. As sugestões da equipe devem ser incentivadas, recompensadas e principalmente compartilhadas.

Existem diversos produtos para trabalhar com equipes, dentre programas de *software* e plataformas de *hardware*. Um sistema onde os membros da equipe possam ver e acessar o conteúdo, fazer alterações sem precisar do administrador do sistema, pode ser considerado um sistema adequado. O sistema precisa ser capaz de evoluir à medida que o processo evolui [Robbins 97].

⁷ Que enfoca apenas a minha função, as minhas metas em primeiro lugar.

Os membros de uma equipe necessitam estar em contato permanente, através de correio eletrônico, compartilhamento de dados ou conferência por computador.

As equipes focalizam mais sua capacidade mental diretamente nos problemas, e resolvem-nos com eficiência, pois estão mais próximas dos clientes e combinam perspectivas múltiplas [Parker 95].

As equipes podem ser classificadas segundo três dimensões [Parker 95]:

- propósito;
- vigência;
- titularidade.

Além das equipes variarem em seu propósito, tendem a ser permanentes ou temporárias. As permanentes abrangem as equipes funcionais de departamentos, ou seja, aquelas que fazem parte do organograma da empresa. As temporárias abrangem as equipes de projeto e uma série de equipes de curto prazo. A equipe ainda pode ser funcional, como tende a ser a equipe de negócios básica de um departamento, ou interfuncional, como tendem a ser as equipes de desenvolvimento de produtos [Parker 95].

As equipes interfuncionais proporcionam seis importantes vantagens competitivas às organizações que as implementam e administram com sucesso [Parker 95]:

- 1) Velocidade: as equipes interfuncionais reduzem o tempo necessário para a execução de tarefas, principalmente no processo de desenvolvimento de produtos.
- 2) Complexidade: as equipes interfuncionais melhoram a capacidade de uma empresa solucionar problemas complexos.
- 3) Enfoque no cliente: as equipes interfuncionais enfocam os recursos de que a empresa dispõe para satisfazer as necessidades do cliente.
- 4) Criatividade: reunindo pessoas com os mais diversos tipos de experiência e perfis, as equipes interfuncionais aumentam a capacidade criativa de uma empresa.
- 5) Aprendizagem organizacional: os membros de equipes interfuncionais têm facilidades para desenvolver novas habilidades técnicas e profissionais, saber mais a respeito de outras disciplinas e aprender a trabalhar com pessoas que tenham estilos de trabalho e perfis culturais diferentes daquelas que não participam de equipes interfuncionais.
- 6) Ponto único de contato: as equipes interfuncionais promovem um trabalho em equipe mais eficaz através da identificação de um único lugar ao qual recorrer em busca de informações e decisões relativas a um projeto ou cliente.

2.5.1 Equipes e Grupos

A diferença básica entre um grupo e uma equipe está na interdependência, ou seja, uma equipe é formada por um grupo de pessoas com alto grau de interdependência, voltada para a consecução de uma meta ou conclusão de uma tarefa.

A equipe interfuncional é composta por um grupo de pessoas de diferentes departamentos e especialidades. Essas equipes combinam conjuntos de habilidades que um integrante isolado não possui. Podem ser permanentes ou temporárias e, conforme a necessidade, podem incluir vendedores e clientes, por exemplo. Essas equipes interfuncionais fazem parte da revolução que vem ocorrendo nas empresas, nos mais diversos ramos de atividade, e parecem ser mais eficazes em empresas que atuam em mercados dinâmicos.

Clareza contínua significa enumerar constantemente os itens que levam a equipe ao sucesso e perguntar se elas estão funcionando ou se precisam ser trabalhadas de alguma forma. Em outras palavras, a equipe deve adotar uma atitude de diagnóstico contínuo sobre si própria [Robbins 97].

Encontramos na literatura a designação “equipe interfuncional” para caracterizar aquela que participa do desenvolvimento de projetos. Como o NuPES tem adotado, dentro da sua prática de trabalho, a terminologia “equipe multifuncional” para se referir ao mesmo conceito, adotaremos a última ao longo deste trabalho.

2.6 TRABALHO COOPERATIVO

Trabalho cooperativo é aquele em que várias pessoas articulam, separadas fisicamente ou não, a realização de uma tarefa comum, de forma síncrona ou assíncrona.

Cooperar é acima de tudo um ato social e requer, portanto, todos os tipos de interação humana, desde a fala, até a linguagem de sinais, passando pela escrita e pelas expressões faciais. Cooperar pode ser considerado, também, um acordo em que todos se comprometem a trabalhar para atingir um objetivo comum [Borges 95].

O termo trabalho cooperativo possui uma longa história nas ciências sociais, sendo empregado no século XIX, por economistas, como designação do trabalho envolvendo múltiplos atores. A colaboração, a troca de informação, a capacidade de comunicação, o respeito às diferenças individuais e o exercício da negociação, são requisitos importantes para o trabalho cooperativo. Para haver cooperação, é necessário existir um ambiente democrático, onde todos possam se expressar cooperando individualmente, sem ameaças de alguma forma de poder. O papel da comunicação é fundamental, podendo ser realizado de várias formas, através de encontros face a face ou por meios eletrônicos. Nos dias atuais, os serviços das redes de comunicação têm potencializado o trabalho cooperativo,

especialmente o baseado em CSCW⁸ (Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador) [Santos 98].

Existem algumas controvérsias em relação às definições de CSCW. Por exemplo, nem todas as aplicações desenvolvidas nessa área objetivam especificamente a realização de trabalho; algumas das atividades envolvem interação social, lazer ou educação. A tecnologia utilizada não se restringe apenas ao uso de computadores, pois também inclui outras formas de suporte tecnológico, como vídeo e telefonia. Com relação às aplicações cooperativas e mecanismos utilizados para suportá-las, alguns autores consideram as ferramentas de correio eletrônico e bancos de dados como ferramentas cooperativas, outros consideram como recursos tecnológicos de suporte para implementação de ferramentas cooperativas.

2.7 TRABALHO COOPERATIVO APOIADO POR COMPUTADOR (CSCW)

A busca da transformação de aplicações individuais⁹, em ferramentas que permitam acesso simultâneo a grupos de usuários, deu início à chamada “automação de escritório”. Isso aconteceu devido a preocupação com a necessidade de aumento da produtividade nas organizações, onde o trabalho é predominantemente grupal. Os estudos foram, então, direcionados para a análise do comportamento de grupos no desempenho de atividades, com o objetivo de desenvolver tecnologias mais adequadas para suportar o trabalho cooperativo. Dessa forma, o termo “automação de escritório” foi sendo gradativamente substituído por “trabalho cooperativo apoiado por computador”.

O fato das organizações estarem distribuídas em lugares diferentes, de forma que seus profissionais precisem trabalhar com colegas distantes, e necessitem de resultados rápidos, foi uma das razões para o surgimento do CSCW.

A contribuição do CSCW para as organizações advém de pesquisas sobre várias tecnologias, que vêm permitindo o desenvolvimento de suportes eficazes para o trabalho em grupo, assim como da análise dos aspectos cognitivos¹⁰ e sociais do processo de cooperação.

2.7.1 Groupware

O termo *Groupware* tem sido usado na literatura para designar a tecnologia (*hardware* e / ou *software*) gerada pelas pesquisas sobre CSCW.

⁸ Computer Supported Cooperative Work.

⁹ Como processadores de texto e planilhas eletrônicas, por exemplo.

Um dos requisitos fundamentais da tecnologia *Groupware* é que os sistemas sejam altamente configuráveis, para se adaptarem às necessidades dos usuários [Brooke93].

Os primeiros simpósios internacionais sobre o tema foram realizados na segunda metade da década de 80, quando começaram a ser definidos os primeiros conceitos:

- *Groupware* trata de processos intencionais em grupo, associados a um *software* que os auxilie [Johnson-Lenz 89].
- *Groupware* é um *software* para uso em redes de computadores, voltado para grupos [Robbins 97].
- *Groupware* pode ser definido como sendo qualquer sistema computadorizado que permita que grupos de pessoas trabalhem de forma cooperativa a fim de atingir um objetivo comum [Cruz 98].

Segundo Harvey Robbins e Michael Finley, há quatro tipos distintos de *Groupware* [Robbins 97]:

- a) Mesma hora / mesmo lugar: A reunião convencional, com os membros da equipe juntos em uma sala, conversando. Como tecnologia utilizada podemos citar os programas para reunião baseados em computadores *laptop*.
- b) Mesma hora / lugar diferente: É a tecnologia que permite às pessoas se comunicarem simultaneamente, à distância. Desenvolvimentos mais recentes: vídeo interativo, compartilhamento de tela e teleconferência.
- c) Hora diferente / mesmo lugar: Programas que os membros de equipe podem ligar em um mesmo lugar, na hora que quiserem. Utilizados em sistemas de comunicação interna, não em tempo real, como o *Lotus'cc: Mail*¹¹ ou o *Microsoft Mail*¹².
- d) Hora diferente / lugar diferente: Sistemas de computação para grupos de trabalho, que ligam equipes em rede através do espaço e do tempo. Uma poderosa ferramenta para o uso de mensagens, planejamento e organização é o *Lotus Notes*¹³. Outros exemplos: Correio de voz¹⁴, BBS, serviços *on-line*¹⁵, etc.

Como causas para o surgimento da tecnologia de *Groupware*, Tadeu Cruz [Cruz 98] aponta três fatores importantes:

- a) Downsizing¹⁶: redução no tamanho das estruturas organizacionais, ocorrida no final da década de 80, devido à necessidade de aumento da eficiência das empresas, para que pudessem competir num mercado globalizado. Teve reflexos

¹⁰ Relativos à aquisição de conhecimento.

¹¹ <http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/ccmail>

¹² <http://www.microsoft.com>

¹³ <http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/lotusnotes>

¹⁴ <http://www.evoice.com/home.html>

¹⁵ <http://www.e-net.com.br/html/servicos/index.html>

diretos na área de computação, com a substituição de *mainframes*¹⁷ por máquinas menores e com o surgimento de duas novas tecnologias: as redes locais - LAN's (*Local Area Network*) e o modelo cliente-servidor, também conhecida como plataforma distribuída. Desde então, as tecnologias de rede não deixaram de crescer e consolidar-se. *Hardware* e *software*, juntos, mais próximos dos usuários, viabilizaram a idéia de trabalho produtivo em grupo. A plataforma cliente-servidor foi um fator decisivo para o surgimento e difusão da tecnologia de *Groupware*.

- b) Reengenharia: este termo foi criado por Michael Hammer¹⁸, quando publicou em 1990, na *Harvard Business Review*, um artigo intitulado "Refazendo o trabalho: não automatize, destrua". A preocupação de Hammer estava em fazer a reengenharia a qualquer custo, sem preocupar-se demasiadamente com a introdução de novas tecnologias da informação. Posteriormente, o significado do termo foi associado à reinvenção de processos, para aperfeiçoar o que vinha sendo feito e, desta forma, reduzir perdas. A partir do surgimento da reengenharia passou a ser enfatizada a criatividade, o trabalho em grupo e o envolvimento de todos os níveis da organização no processo decisório.
- c) Programas da qualidade, devido à forte preocupação em organizar os processos de produção. A estrutura organizacional de uma empresa está intimamente ligada ao trabalho em conjunto dos membros do processo (funcionários). A tecnologia de *Groupware* é uma das responsáveis pela manutenção das certificações obtidas para os processos, em cada auditoria realizada.

Groupware pode ser considerado um guarda-chuva, que engloba diversas tecnologias baseadas no mesmo princípio: peçoas trabalhando juntas para que as atividades sejam realizadas com sucesso em todas as partes do processo, independente de quem as desenvolva [Cruz 98].

¹⁶ Processamento distribuído.

¹⁷ Plataformas dedicadas, caracterizadas pela elevada dimensão física.

¹⁸ Professor de Tecnologia da Informação da Harvard University.

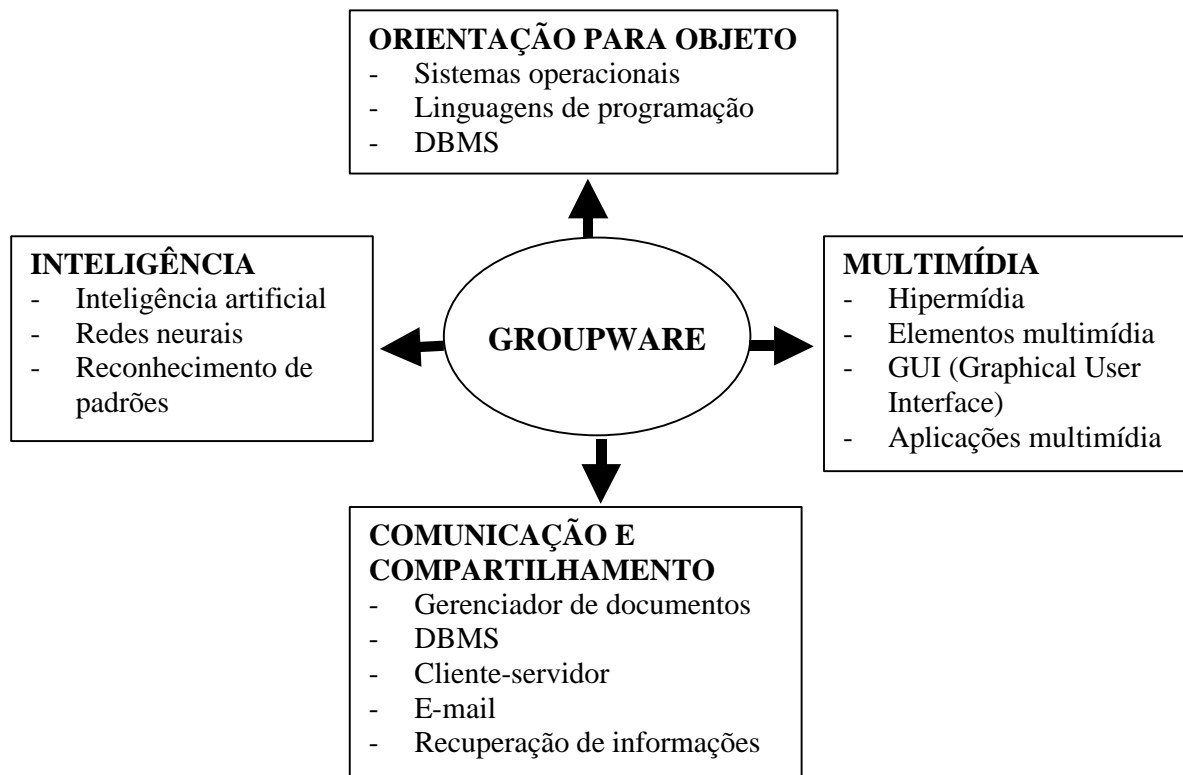


Figura 2.4 - Groupware e suas tecnologias [Cruz 98]

Resumindo, qualquer produto que permita trabalho cooperativo com ganho de produtividade, num determinado processo, pode ser considerado membro da família *Groupware*.

2.7.2 Modelos CSCW

Existem, em um sistema cooperativo, 3 modelos essenciais [Brooke 93]:

- modelo de dados, que descreve conceitualmente as informações necessárias para representação da tarefa a ser executada;
- modelo de comunicação ou interação, que descreve como, quando e quais informações serão trocadas ou tornadas disponíveis aos membros do grupo;
- modelo de interface, que descreve como as informações serão apresentadas a cada indivíduo.

Para evitar problemas e melhor representar os modelos, principalmente o de interação, vários autores recomendam um enfoque que realize observações "in loco" da atividade a ser suportada, antes de efetivamente construir um sistema de *Groupware*. Algumas experiências reportam o estudo de ambientes por vários meses, antes de partir para definição do respectivo modelo de interação [Hughes 92].

2.7.3 Requisitos de um Sistema CSCW

Os mecanismos de controle de um sistema CSCW devem ser sofisticados e precisam levar em conta o papel de cada membro do grupo, para que possam se estabelecer diferentes formas de acesso. Assim, a atribuição de papéis aos usuários é uma importante característica dos sistemas de suporte ao trabalho em grupo.

Como requisitos para as aplicações CSCW, podemos citar [Brooke 93]:

- a) Facilitar a colaboração entre os indivíduos, ao invés de impor práticas que causem mudanças radicais na forma de trabalho;
- b) Permitir acesso aos dados, independente da localização dos usuários;
- c) Permitir a recuperação de informações armazenadas na base de dados;
- d) Gerenciar o controle de acesso quando vários participantes tentam modificar os mesmos dados, ao mesmo tempo;
- e) Reconhecer que mudanças são freqüentes neste contexto, e que, por isso, devem ser capazes de permitir a redefinição de procedimentos e processos, além de disseminar estas mudanças entre os participantes;
- f) Privilegiar a construção de aplicações menores e inter-relacionadas, ao invés das monolíticas¹⁹;
- g) Garantir que as informações usadas no trabalho cooperativo sejam disseminadas²⁰ entre a equipe.

2.7.4 Aplicações CSCW

As aplicações CSCW podem ser classificadas nas seguintes categorias:

Correio Eletrônico

O correio eletrônico foi uma das primeiras e mais importantes ferramentas de *Groupware*, e é hoje uma das mais utilizadas. Permite a comunicação local²¹ e global²² entre pessoas e grupos. Apresenta várias vantagens, como rapidez, flexibilidade e capacidade de integração com outros aplicativos²³ [Tiberti 96].

Videoconferência

São sistemas que permitem a comunicação remota com recursos de áudio e vídeo. São de grande utilidade na redução de custos de deslocamento e tempo dispendido no trabalho de uma equipe globalmente distribuída. Além disso, permite a realização de teleconferências e cursos à distância.

¹⁹ Que incluem um conjunto completo de tarefas.

²⁰ Não devem ficar no domínio de um só indivíduo.

²¹ Dentro da organização.

²² Através da Internet.

²³ Editores de texto, planilhas eletrônicas, etc.

Sistemas de Suporte a Decisão

São sistemas interativos que facilitam a solução de problemas não estruturados, por um grupo de pessoas. Têm por objetivo aumentar a produtividade, aumentar a velocidade do processo decisório e a qualidade do resultado de uma reunião [Tiberti 96]. Ajudam na resolução de problemas como a perda ou distorção de informações. Utilizam mecanismos para votação, geração de idéias, identificação de alternativas. Em outras palavras, permitem a captura do raciocínio e da argumentação gerados durante reuniões.

O *Quorum*²⁴ é um sistema de suporte a decisão em grupo, que enfoca o processo de desenvolvimento de *software* [Borges 94].

Sistemas de Suporte a Reuniões

Como exemplos deste tipo de sistema podemos citar o *GroupSystem*²⁵ e o *VisionQuest*²⁶, que servem para reuniões face-a-face ou via rede. Eles permitem a realização de trabalhos cooperativos via rede e, posteriormente, seu prosseguimento na sala de reuniões, quando haja necessidade de um contato face-a-face.

O *Meeting Room*²⁷ é projetado para grupos que poucas vezes se reúnem pessoalmente, e preferem realizar suas reuniões pela rede.

Os sistemas citados possuem ferramentas que apóiam o planejamento de reuniões e a criação de agendas. Eles fornecem os meios necessários para o grupo procurar um consenso, o que acarreta um maior comprometimento com as decisões tomadas. Os relatórios das reuniões são gerados de forma automática.

Editores Cooperativos

Podem ser usados por um grupo para compor e editar gráficos ou textos conjuntamente, ou seja, há uma área de trabalho comum onde todos atuam e podem visualizar a atuação dos demais. Existem editores síncronos, onde é possível que um usuário possa editar a frase de um parágrafo, enquanto outro está atualizando a frase seguinte, sendo possível que ambos visualizem, em tempo real, o que cada um está fazendo. Os assíncronos são mais apropriados para grupos que possuem um editor e vários revisores.

O *Collage*²⁸ é um editor cooperativo. Ele permite que os usuários interajam na co-edição de textos ou gráficos. No entanto, não existe nenhum processo de coordenação, nem

²⁴ <http://www.quorum.com/>

²⁵ <http://www.ventana.com/>

²⁶ <http://www.inform.umd.edu/TT/Specs/Software/VQ.html>

²⁷ <http://cio-dpi.gc.ca/emf/solutions/softtools/5-3-2tools1.html>

²⁸ <http://www-fp.mcs.anl.gov/collage/>

mesmo de estruturação. A ferramenta "chat" do Collage permite a realização de conferência em tempo-real.

Esta categoria de sistema CSCW também é classificada na literatura como “sistema de co-autoria e argumentação”.

Sistemas para Gerenciamento de Documentos

Visam gerenciar documentos eletrônicos de forma a garantir segurança, organização e consistência das informações. Para isso, fornecem recursos de busca rápida, controle de versão e *status* e anotações eletrônicas (*redlines*) [Tiberti 96].

O *Lotus Notes*²⁹ é um gerenciador de informações para grupos de trabalho, que permite trabalho cooperativo independentemente de limites técnicos, organizacionais e geográficos. Possibilita aos usuários geração e organização de documentos em bases de dados, além da extração de informações de diversos aplicativos. Podem ser armazenados textos, tabelas, imagens, objetos e também hipertextos para outros documentos do sistema.

Gerenciadores de Fluxo de Trabalho (Workflow)

Sistemas de Workflow são aqueles que automatizam um processo, acelerando o fluxo de tarefas e eliminando ações improdutivas [Tiberti 96].

Essa categoria de aplicação CSCW será detalhada no Item 2.8.

Suporte Básico para Trabalho Cooperativo - BSCW

O BSCW³⁰ (*Basic Support for Cooperative Work*) é um sistema que fornece as funcionalidades básicas para cooperação de grupos e utiliza a *www*³¹ como infra-estrutura de comunicação. Este sistema foi construído baseando-se na metáfora de *shared workspace* (área de trabalho compartilhada), na qual um usuário pode armazenar vários tipos de arquivos, bem como ter acesso às atividades dos membros do seu grupo. A *shared workspace* inclui facilidades de autenticação, autorização e controle de versão [Bentley 97].

Essa categoria de aplicação CSCW será detalhada no Item 2.9.

2.7.5 Interface CSCW

Em qualquer sistema de *Interação Ser-Humano Computador*³² (ISHC), deve-se usar metáforas claras, de forma que o usuário tenha um conjunto de expectativas associadas ao seu ambiente computacional. Isto permite que ele aprenda mais rápido e faça suas próprias deduções sobre a interface, a partir de um conhecimento preexistente. Muitas vezes, no

²⁹ <http://www.lotus.com/>

³⁰ <http://www.bscw.gmd.de>

³¹ World Wide Web, ou rede mundial de computadores (Internet).

³² Derivação da terminologia "Human Computer Interaction" (HCI); que também é referida em português como IHC.

ambiente de trabalho cooperativo essas metáforas não tem qualquer equivalência na vida real.

Diretrizes para Projeto de Interfaces

Shneidermann [Shneidermann 98], define que são necessários alguns cuidados básicos no projeto de interfaces, dentre os quais se destacam:

- a) Procurar manter a consistência. Regra mais freqüentemente violada no projeto das interfaces, e uma das que podem causar as maiores frustrações. Uma interface deve manter seqüências de ações semelhantes, para tarefas semelhantes; as terminologias usadas devem manter-se idênticas para os casos de menus, botões e telas de ajuda; as cores e as fontes usadas em situações semelhantes, devem ser mantidas iguais. Exceções, pedidos de confirmação e exibições de senhas, devem ser evitados ao máximo e, quando imprescindíveis, devem ser exibidos de forma clara e compreensível.
- b) Uso de atalhos: À medida que uma tarefa se torne repetitiva, deve haver possibilidade de realizá-la de forma automatizada, ou seja, possibilitar uma longa seqüência de ações com reduzidos comandos.
- c) Prevenção de erros: Na medida do possível, o projeto de uma interface não deve induzir o usuário em erros. Entretanto, caso ocorram, o tratamento deve ser o mais natural possível, sem penalizar o usuário com sinais sonoros (avisando a todos na sala que alguém errou) ou com a necessidade de reiniciar um longo processo. Por exemplo, no preenchimento de um formulário extenso, quando for detectado um erro em um campo, não se deve obrigar que tudo seja digitado novamente.
- d) Agrupar tarefas semelhantes: Visando facilitar a localização das opções de diálogo, deve-se manter agrupadas as funções com características semelhantes (botões ou menus contextuais).
- e) Reduzir a memorização: Uma interface deve ser projetada de forma que não exija do usuário a memorização de uma longa lista de comandos. Para isto, os nomes dos menus devem ser escolhidos de forma a favorecer o reconhecimento de suas funções, quando da sua visualização.
- f) Possibilidade de desfazer ações: Tanto quanto possível, as ações devem ser reversíveis. Se isto for alcançado, o usuário sentir-se-á mais à vontade na utilização da interface, dirigindo suas atenções para a tarefa a ser realizada, e não para cuidados com a escolha de opções corretas. Além deste aspecto, quando a interface encoraja o usuário, tem-se a possibilidade de que este a explore de forma tranqüila, enriquecendo o seu aprendizado acerca de opções desconhecidas do *software*.

2.7.6 Exemplos de Ambientes Virtuais Cooperativos em Desenvolvimento

Assim como a experiência relatada no Item 3.4, existem em desenvolvimento alguns ambientes virtuais cooperativos. A seguir, são apresentados 7 (sete) destes sistemas.

COVEN – Collaborative Virtual Environment

Desenvolvido pela União Européia, através da ACTS (*Advanced Communication Technology and Science*), o projeto COVEN³³ trabalha no desenvolvimento de uma plataforma para ambientes virtuais colaborativos dirigidos a duas aplicações específicas: um ambiente para planejamento de viagens e um ambiente para planejamento de encontros de negócios ou conferências.

TeleImersion

Mantido pelo *National Computational Science Alliance*, o *Multiway-TeleImersion* permite que pessoas espalhadas ao redor do mundo possam participar de um ambiente virtual colaborativo, voltado a aplicações como simulação científica e projeto de espaços.

A *Alliance* consiste num conglomerado de mais de 50 (cinquenta) universidades americanas e/ou centros de pesquisa do governo, liderados pelo *National Center for Supercomputing Applications*.

O primeiro projeto dentro do escopo do *TeleImersion* foi o NICE (*Narrative Immersive Constructionist/collaborative Environments*), onde crianças espalhadas por várias partes dos Estados Unidos puderam construir mundos virtuais, de forma colaborativa [Johnson 98].

Projeto JOT

Desenvolvido na *Brown University*, este projeto tem o suporte do NSF (*National Science Foundation*), e está buscando formas de reunir, em um mesmo ambiente, ferramentas de interação reais e virtuais, sem acarretar problemas de descontinuidade na forma de interação [Forsberg 98]. A idéia central é analisar quais as técnicas de interface que melhor se adaptam a cada tarefa e ou aplicação. Estão sendo estudadas formas de interação através de gestos e de menus em duas e três dimensões [Pierce 97].

Projeto Studierstube³⁴

Este projeto³⁵, da Universidade Tecnológica de Vienna, trata de um ambiente para trabalho colaborativo voltado a aplicações de visualização científica. A idéia é que o usuário possa interagir com um experimento e, ao mesmo tempo, visualizar os demais colaboradores, podendo desta forma conversar, apontar e gesticular a fim de discutir o

³³ <http://www.tno.nl>

³⁴ Sala de estudos, em alemão.

³⁵ <http://www.cg.tuwien.ac.at/research/vr/studierstube/>

fenômeno observado. O principal objetivo é buscar formas naturais e intuitivas de interação, sem o uso de dispositivos caros para visualização, rastreamento e interação [Szalavári 97].

Projeto Workbench

Chamado de *Two-User Responsive Workbench*, este projeto, desenvolvido pela *Stanford University*, criou uma espécie de mesa na qual são exibidas imagens estereoscópicas de um ambiente virtual. Cada usuário do sistema deve usar um óculos para observar as imagens.

A qualidade de imagens e o largo campo visual são os pontos fortes deste projeto, que por outro lado tem muitas dificuldades em exibir imagens estereoscópicas para mais de dois usuários simultaneamente.

Projeto CAVE

Provavelmente o mais conhecido projeto de ambiente virtual multi-usuário, o CAVE³⁶ (*Collaborative Automatic Virtual Environment*) consiste em uma sala na qual as imagens de um ambiente virtual são projetadas nas paredes.

Este ambiente, criado na Universidade de Indiana, permite um alto grau de imersão quando usado por apenas um usuário. Entretanto, por não permitir a exibição de imagens entre dois ou mais usuários, a interação fica prejudicada. Outro problema é a impossibilidade de exibir-se uma imagem diferente para cada participante.

Projeto AgP

O Projeto AgP pesquisa o desenvolvimento de um ambiente baseado em portfólios e PBL³⁷ na Internet para aprendizagem colaborativa, através de técnicas de interação assíncrona e uso de agentes [AgP 00].

Participam desta iniciativa o CEFET-PR³⁸, a PUCPR³⁹ e a empresa Siemens Telecomunicações S.A.⁴⁰.

³⁶ http://inkido.indiana.edu/a100/handouts/cave_out.html

³⁷ Project Based Learning (aprendizagem baseada em projetos).

³⁸ Através do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE.

³⁹ Através do Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada – PPGIA, e do Mestrado em Educação.

⁴⁰ Através do Centro de Treinamento Werner Von Siemens.

2.8 A TECNOLOGIA WORKFLOW

Neste trabalho, consideramos que o objetivo da tecnologia Workflow é gerar registros (cristalizar conhecimentos) de forma que o processo desenvolvido por um grupo, na solução de um dado problema, seja explicitado e permita aos membros do grupo uma referência em qualquer momento do processo em questão.

A palavra Workflow é relativamente nova; tem uns sete a oito anos. Ela surgiu junto com tecnologias para trabalho em grupo. Antes disso, processos e Sistemas de Informação (SI) eram passivos, ou seja, tornavam-se úteis dependendo da vontade dos usuários. Se cada um fizesse exatamente a parte que lhe competia, no tempo e espaço corretos, de acordo com os limites do procedimento da atividade, ocorria ganho de produtividade. Eram raros os processos racionalizados, eficientes e rentáveis.

Os processos, atividades e sistemas de informação continuam sendo passivos na maioria das empresas. Por causa disso, os ganhos que poderiam advir com a implantação de novas tecnologias ficam aquém do esperado [Cruz 98].

O que caracteriza o termo passivo em um processo é a dependência; alguém precisa fazer algo para que o mesmo avance. O quadro comparativo apresentado na Tabela 2.1, ilustra as diferenças entre alguns itens relacionados com processo, nos modos passivo e ativo:

	MODO PASSIVO	A U T O M A T I Z A Ç Ã O	MODO ATIVO
PROCESSO	as atividades são puxadas pelo trabalho		as atividades puxam o trabalho
ATIVIDADES	esperam para ser executadas		cobram de seu responsável sua operação
PRODUTO DA OPERAÇÃO	precisa aguardar para ser enviado		é despachado tão logo esteja pronto
TECNOLOGIAS	trazem poucos benefícios permanecem distantes do usuário		correspondem à expectativa prometida despertam o interesse do usuário

Tabela 2.1 - Transição entre os modos passivo e ativo na abordagem de processos

O ponto de ruptura entre os dois modos é a utilização de tecnologia adequada para automatização de processos, atividades e procedimentos. A tecnologia Wf se propõe a isso.

A seguir, apresentamos algumas definições sobre Wf, encontradas na literatura:

- Os sistemas de Workflow objetivam auxiliar as organizações na especificação, execução, monitoramento e coordenação do fluxo de trabalho em um ambiente de escritório distribuído [Bull 92].

- Workflow é um conjunto de ferramentas que possibilita análise proativa, compressão e automação de atividades e tarefas baseadas em informação [Koulopoulos 95].
- Workflow é a tecnologia que ajuda a automatizar políticas e procedimentos numa organização [Khoshafian 95].
- Workflow é o fluxo de controle e informação num processo de negócio [Kobielus 97].
- Workflow é a tecnologia que possibilita automatizar processos, racionalizando-os e potencializando-os por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia [Cruz 98].

De acordo com estas definições, Wf é uma tecnologia que transforma radicalmente a maneira como são executados processos, atividades, tarefas, políticas e procedimentos numa organização. Isso não significa que a tecnologia, por si só, resolve os problemas enfrentados no dia-a-dia, principalmente se não forem consideradas características relativas à cultura organizacional.

Por se tratar de uma tecnologia nova, são normais as discussões sobre tipo, abrangência, modelo, natureza e funcionalidade. Isso sem falar no jogo de interesses comerciais, neste enorme mercado que começa a florescer.

Embora haja variação na classificação dos tipos de Wf, em função da abordagem adotada pelo autor, consideremos a seguinte classificação:

- a) **ad hoc**⁴¹: É aquele utilizado quando não existe um formato padronizado para transferência de informação entre as pessoas [Georgakopoulos 95]. É aquele criado para ser usado dinamicamente por grupos de trabalho cujos participantes necessitem executar procedimentos individualizados, para cada documento processado dentro do fluxo de trabalho [Cruz 98]. As tarefas deste tipo de Wf geralmente envolvem coordenação, colaboração ou co-decisão humana; a ordem das tarefas não é automatizada, e sim controlada pelas pessoas; as decisões sobre a ordem de execução são tomadas durante a utilização do Wf [Setti 99].
- b) **administrativo**: Envolve processos repetitivos e previsíveis. A ordem e a coordenação das tarefas pode ser automatizada. Esse tipo de Wf não abrange processos complexos de informação. Geralmente são baseados em correio eletrônico [Setti 99].
- c) **orientado a produção**: Também envolve processos repetitivos e previsíveis, mas difere do tipo administrativo na complexidade desses processos, que

possuem estrutura fixa e um conjunto de regras para definição das rotas. A ordem e a coordenação das tarefas pode ser automatizada. Um sistema para gerenciamento de Workflow (WFMS⁴²) orientado a produção, fornece condições para definição das dependências e controle de execução das tarefas, com pouca ou nenhuma intervenção humana [Setti 99]. Deve interagir com sistemas de informação heterogêneos, autônomos e distribuídos [Georgakopoulos 95].

A variedade de tipos de Wf e modelos de processo permite combinações que dão grande flexibilidade aos processos de implantação da tecnologia, cobrindo a maioria das necessidades dos fluxos de trabalho que se pretende automatizar.

É comum que pessoas menos íntimas do tema confundam *Workgroup* e Wf, afirmando que tratam da mesma tecnologia e que são utilizadas para automatização de processos. Embora possam coexistir, costuma-se classificar Wf como sendo uma evolução do modelo *Workgroup*.

O foco principal do modelo *Workgroup* está na informação a ser processada, sem grandes preocupações com a estruturação do processo. A ação dos grupos de trabalho será baseada nas informações recebidas, processadas e enviadas dentro do fluxo de trabalho, que geralmente é caótico porque a informação, por si própria, não é capaz de organizá-lo e automatizá-lo, por mais simples que ele seja. Resumindo, dentro do modelo *Workgroup*, os processos continuam passivos.

Já no modelo Wf, o foco está no processo, que é o meio pelo qual a informação será trabalhada. O nível de detalhamento e de precisão do modelo Wf é mais elevado, devido às regras que orientam a execução de cada tarefa. A possibilidade de definição do caminho que a informação tomará permite a transformação de processos passivos em ativos.

Nos sistemas de Wf, geralmente é estabelecida uma separação entre modelagem e execução, tratando-as como duas etapas distintas. A modelagem identifica os processos automatizáveis, criando abstrações. Em uma segunda etapa, são criadas instâncias dos processos, chamadas de casos. Cada caso flui de acordo com o especificado no modelo do processo correspondente. Estes modelos são interpretados pelo sistema de Wf, ocasionando o disparo das atividades e a distribuição das mesmas para os agentes cujas descrições constam do modelo [Barthelmess 96]:

41 Expressão latina que significa "para isto", "para este caso".

42 Workflow Management System.

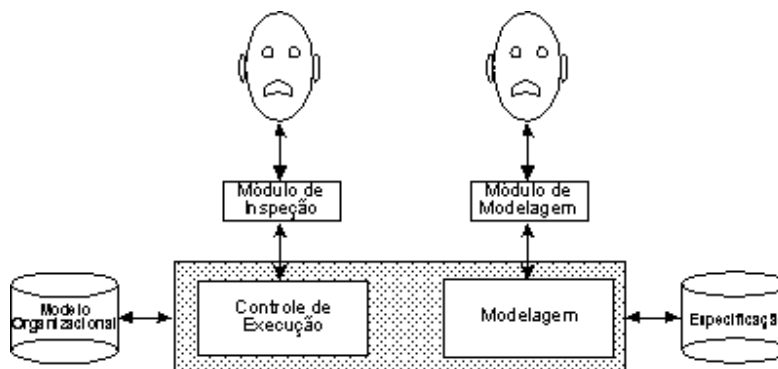


Figura 2.5 - Arquitetura genérica de um sistema Workflow [Barthelmess 96]

A tecnologia Wf nada mais é do que um conjunto de *softwares* que têm características e funções distintas [Moeckel 98c]. Entretanto, esta tecnologia não trabalha sozinha; ela requer outras tecnologias de infra-estrutura para ser efetiva.

2.8.1 O Ambiente Workflow

É composto da plataforma de *hardware* e *software* utilizada. Essa plataforma pode ser estruturada, por exemplo, em uma rede de PC's ou estações de trabalho RISC, utilizando sistema operacional Unix ou NT. Cada plataforma apresenta funcionalidades próprias, cuja utilização pode refletir no grau de profundidade e nos ganhos de produtividade do ambiente Wf.

Com esse tipo de tecnologia, é possível quebrar a relação seqüencial entre as tarefas de um processo. Executando-se várias tarefas em paralelo, ganha-se em produtividade, pois quando uma etapa é concluída, o responsável pela etapa posterior irá automaticamente saber que algo já pode ser feito. Assim, haverá otimização do tempo necessário para desenvolvimento da atividade e, conseqüentemente, redução de custo [Moeckel 99].

2.8.2 Exemplo de Workflow

Neste item, ilustraremos a tecnologia Wf através de um processo corriqueiro, a aquisição de insumos, baseados na apresentação de Paulo Barthelmess [Barthelmess 96]:

Este processo descreve os passos de aquisição de material, realizada por uma organização. Em linhas gerais, uma solicitação interna de compra é gerada, requisitando alguma espécie de material ou insumo. Seleciona-se em seguida, a partir de um catálogo de fornecedores do produto desejado, um ou mais fornecedores. Dentre estes é selecionado o que oferecer as melhores condições comerciais (preço e entrega), sendo emitida uma ordem de compra, que é enviada ao fornecedor. Quando é recebida a mercadoria e a fatura referente a esta aquisição, é feita a programação do pagamento ao fornecedor.

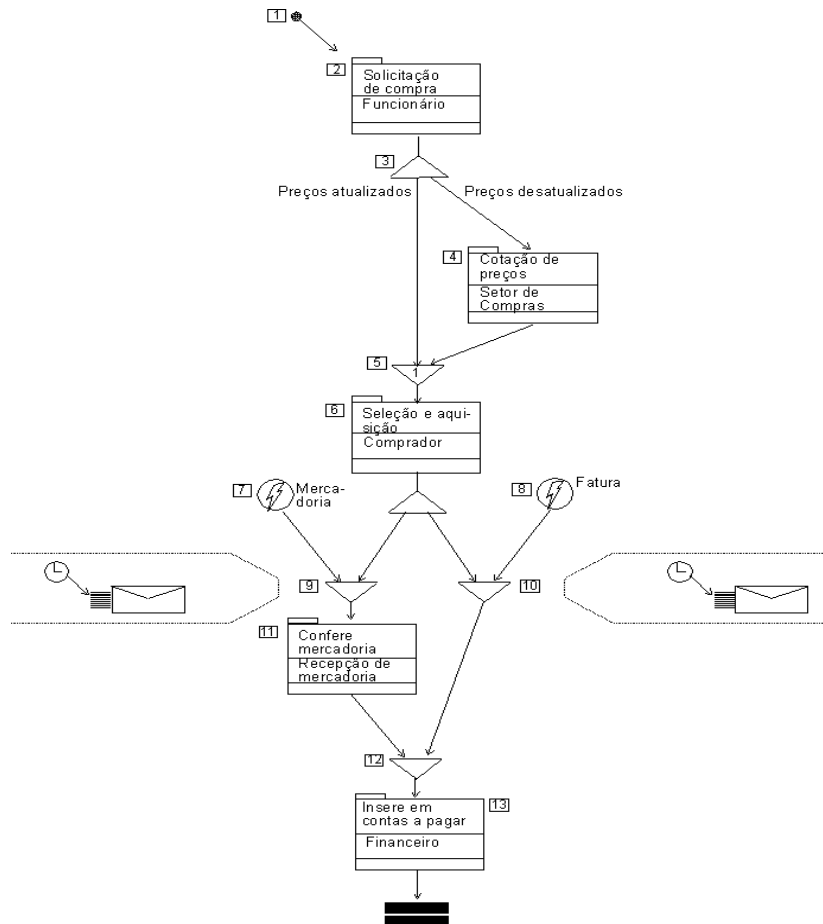


Figura 2.6 - Exemplo de Workflow: aquisição de insumos [Barthelmess 96]

Após a solicitação de compra, uma atividade opcional de cotação de preços (4) é realizada apenas se as cotações existentes estiverem desatualizadas (com data de validade vencida). O *join* com *quorum* 1 funciona como um *or-join*, habilitando a saída assim que um único sinal é recebido.

A partir destas cotações, é feita a seleção e aquisição (em 6). Dois tipos de eventos passam a ser esperados, a chegada da mercadoria e da fatura, que podem acontecer em momentos diferentes.

Assim que um dos eventos esperados chega (7 ou 8), acontece a conferência da mercadoria ou a inclusão da fatura nas contas a pagar. O caso só termina quando ambas as atividades tiverem sido completadas, o que é garantido pelo *join* total 13, que só habilita o término quando ambas as atividades tiverem sido terminadas.

O atraso na chegada da mercadoria ou da fatura pode gerar as notificações nos eventos assíncronos associados aos *joins* 9 e 10.

2.8.3 A Padronização de Workflow

O surgimento das primeiras preocupações com padronização para a tecnologia Wf decorreu da necessidade da interoperabilidade. Para que haja harmonia no relacionamento das plataformas de *hardware* e de *software*, que inclui a execução de diversos tipos de bancos de dados, é necessário que o *software* de Wf possua um padrão de conectividade. Essa padronização é viabilizada através da existência de um módulo interno, genericamente chamado de API - *Application Program Interface* [Cruz 98].

A WfMC – *Workflow Management Coalition*⁴³, é uma organização internacional criada em 1993, para divulgar a tecnologia Wf e desenvolver padrões para interoperabilidade desses sistemas. As regras de convivência, estabelecidas por esta organização para os produtos que estão abaixo do guarda-chuva Wf, são o fator chave para que seja mantida a credibilidade e a confiança dos clientes na adoção desse tipo de tecnologia.

Com a possibilidade da interoperabilidade de sistemas de Wf, o tráfego de documentos e informações pode se dar através de qualquer tipo de rede, independente do sistema operacional, tipo de servidor, banco de dados e demais periféricos que precisem interagir no fluxo automatizado de trabalho.

A padronização também visa possibilitar a utilização de ferramentas criadas em ambientes diferentes, para desenvolvimento e gerenciamento de dados. É o caso das ferramentas de *e-mail*, gerenciadores de documentos e sistemas integrados para *gestão empresarial*⁴⁴, que não precisam ser do mesmo fabricante do *software* de Wf.

A falta de um modelo conceitual amplamente aceito para a área de Wf, faz com que a grande maioria dos WFMS disponíveis no mercado utilize suas próprias técnicas de modelagem [Setti 99].

Por estarmos tratando de um universo multidisciplinar, a padronização para Wf deve ser observada com cuidado, pois existe o risco de empobrecimento das possibilidades dessa tecnologia, com a imposição de fatores limitantes.

2.8.4 Diretivas para Implantação de Workflow

As aplicações de Wf consistem de sistemas de informação em que o trabalho é coordenado com auxílio dessa tecnologia. Geralmente, os usuários de Wf são pessoas de áreas de formação e experiências distintas. Antes que seja definida a estrutura do ambiente Wf, é necessário ouvir e levar em consideração as necessidades e experiências dessas pessoas [Weske 99].

43 <http://www.wfmc.org>

44 ERP: Enterprise Resource Planning.

Para avaliar a aplicabilidade da tecnologia Wf a um processo, recomenda-se a análise dos seguintes critérios [Baresi 99]:

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
1) Relevância	O processo possui uma definição clara de prioridade e é estruturado (não é do tipo <i>ad hoc</i>).
2) Repetibilidade	O processo corresponde a uma situação repetitiva e é frequentemente utilizado.
3) Automação	O processo pode usufruir de suporte para automação; é conveniente (prático e econômico) utilizar a tecnologia Wf.
4) Distribuição do Trabalho	O processo envolve diversas unidades organizacionais distribuídas, que necessitam cooperar para atingir seus objetivos, e /ou as unidades envolvem diversos usuários cujas responsabilidades precisam ser coordenadas.
5) Conveniência	O processo envolve aplicações que são facilmente implementáveis.
6) Dinamismo	O processo envolve períodos de alta e baixa demanda; requer mecanismos automatizados para gerenciamento de prazos.
7) Número de Pessoas	O processo envolve um número mínimo de pessoas (acima de dez).
8) Volume de Trabalho	O processo requer a racionalização de uma grande quantidade de trabalho por dia.
9) Erros	O desenvolvimento tradicional do processo envolve participantes cometendo falhas, omissão e esquecimento de atividades.
10) Controle	Os controles são complicados e pouco realizados na forma tradicional.
11) Suporte Eletrônico	Necessita de suporte eletrônico para gestão e manipulação de documentos (por exemplo, documentação de escritório).
12) Responsabilidade	Ocorre designação de responsabilidade no processo.
13) Paralelismo	Atividades precisam ser realizadas ao mesmo tempo.
14) Qualidade	Necessita de monitoramento da qualidade.
15) Restrições	Existe incidência de restrições.
16) Abrangência	Atende a metas específicas que foram definidas.

Tabela 2.2 - Critérios para processos em que é conveniente implantar Workflow

Caso o processo atenda a uma parcela considerável dos critérios acima indicados, podemos dizer que é vantajosa a implantação da tecnologia Wf.

2.8.5 Proposição de um Modelo para Implantação de Workflow

No cenário atual, enquanto o desenvolvimento de *software* para Wf tem recebido bastante atenção, a geração de subsídios para aplicação dessa tecnologia tem sido deixada de lado [Weske 99].

Na literatura, se encontram descrições de Workflows. Todavia, carecem referências acerca de modelos para implantação dos mesmos. A revisão de literatura realizada, associada à experiência prática que está descrita no Capítulo 3, permitiram a proposição de um modelo para implantação da tecnologia Wf em ambientes de P&D que trabalhem com Engenharia Simultânea.

Antes da aplicação de um *software* de Wf, sugerimos a realização do processo cíclico de amadurecimento indicado na Figura 2.7.

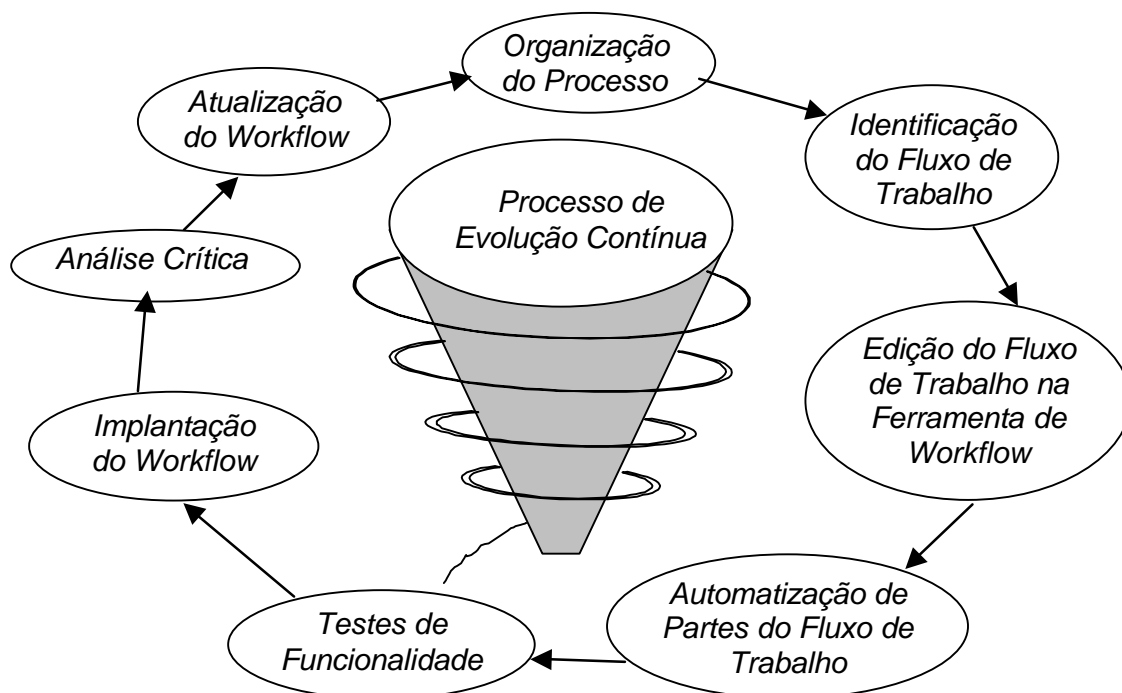


Figura 2.7 - Ciclo para implantação da tecnologia Workflow

A seguir, são detalhadas as etapas do ciclo de implantação da tecnologia Wf.

Organização do Processo

Deve-se evitar o equívoco de automatizar um sistema contando que isso seja suficiente para organizá-lo. Pelo contrário, a eficácia da nova tecnologia vai depender, em grande parte, do estado de organização dos elementos na ocasião da implantação.

Identificação do Fluxo de Trabalho

Trata-se do mapeamento daquilo que será objeto de implementação com a nova tecnologia. Deve-se representar, em formato de fluxograma, o modelo atualmente praticado. Nessa etapa, é fundamental o contato da equipe responsável pela implementação com os praticantes do processo.

Edição do Fluxo de Trabalho na Ferramenta de Workflow

Identificado o processo, deve-se representá-lo graficamente na ferramenta de Wf, de maneira a aproximar-se, ao máximo possível, da realidade de seu desenvolvimento cotidiano.

Automatização de Partes do Fluxo de Trabalho

Nessa etapa, é realizada a definição do modelo de informação do Wf, ou seja, as partes que irão dar vida ao fluxo de trabalho.

O modelo de informação descreve a estrutura e os atributos dos vários tipos de objetos, tais como formulários, documentos, pastas e tudo que se relaciona com eles no procedimento a ser automatizado.

Na definição do modelo de informação, devem ser considerados os seguintes fatores:

- a) o que vai determinar o início do processo (gatilho);
- b) tempos máximos e mínimos possíveis para realização das atividades;
- c) atividades que podem ser iniciadas a partir de determinados eventos, independente da seqüência do fluxo de trabalho;
- d) ferramentas, aplicações, metodologias e técnicas utilizadas para processar os itens de trabalho;
- e) como e quando as pessoas serão notificadas sobre a ocorrência de determinado evento do processo;
- f) condições para que as atividades possam ser dadas como concluídas, e decorrências desse estado;
- g) definição da função de cada integrante do processo e respectivas permissões;
- h) quais eventos devem gerar registro da forma como foram realizados, e em que nível de detalhamento;
- i) condições para o término, interrupção e repetição do processo.

Testes de Funcionalidade

Por mais que seja dada atenção ao processo de criação dos itens específicos que compõem as funcionalidades do fluxo de trabalho, alguns conflitos são passíveis de constatação durante a execução do Wf como um todo.

Nessa etapa deve-se revisar, na prática, todos os fatores considerados na definição do modelo de informação do Wf.

Implantação do Workflow

Concluída a verificação da funcionalidade do Wf, deve-se avaliá-lo na prática, através da sua utilização em condição real de trabalho.

Para que isso se torne viável, deve ser dada a devida orientação às pessoas que irão participar do teste-piloto, sobre a forma de utilização da nova tecnologia, e sobre a postura crítica que elas devem assumir, pois estarão avaliando um novo recurso. Essas

pessoas, que não devem ser àquelas que participaram da criação do Wf, serão a referência para as etapas seguintes do processo de implantação.

Análise Crítica

Finalizado o teste-piloto, deve-se analisar, ponto-a-ponto, a adequação do processo com uso da nova tecnologia, comparando-o com a forma tradicional de execução, para posterior ajuste dos pontos críticos identificados.

Os registros gerados durante a execução do Wf, (tempos de realização, responsáveis, anotações, observações, iterações e documentos gerados) devem, juntamente com a opinião manifestada pelos participantes do processo, ser a matéria-prima para a próxima etapa da implantação, descrita a seguir.

Atualização do Workflow

Como em todo processo de evolução contínua, a implantação da tecnologia Wf deve sofrer correções, na medida em que problemas sejam identificados durante sua utilização prática, no cotidiano.

A adoção de uma sistemática de versões para as implementações se faz necessária, a fim de que os usuários identifiquem, acompanhem e contribuam para o amadurecimento da tecnologia.

Quando o ciclo de implantação for reiniciado, deverão ser consideradas as novas possibilidades de organização do processo.

Com a repetição sucessiva desse ciclo, a adequação do Wf será aumentada, como ilustrado na Figura 2.7, onde a área da seção reta transversal do cone é ampliada gradativamente. Além disso, a nova tecnologia estará sintonizada com o processo desenvolvido na prática pela organização.

2.9 A TECNOLOGIA BSCW⁴⁵ (SUPORTE BÁSICO PARA TRABALHO COOPERATIVO)

Se o uso de Wf não exige dos seus usuários uma visão sistêmica do processo em que se encontram, o mesmo não ocorre com o BSCW. O pressuposto do trabalho cooperativo com BSCW assume uma atitude crítica, ativa e espontânea. Para tanto, a especificidade dos serviços disponibilizados no ambiente BSCW deve ser clara para todos os participantes. Assim, consideramos oportuno abordar seus elementos principais.

O BSCW é um recurso de *Groupware* que permite trabalho cooperativo via Internet, Intranet ou Extranet, em modo síncrono e assíncrono. Foi desenvolvido pelo GMD-FIT

⁴⁵ Basic Support for Cooperative Work.

(*Institute for Applied Information Technology, German National Research Center for Computer Science*) [Bentley 97] [Marock 98]. Um dos seus objetivos principais é ser acessível a partir dos *browsers*⁴⁶ convencionais, sem a necessidade de instalação de nenhuma ferramenta adicional nos clientes.

O BSCW oferece recursos sofisticados para armazenagem de documentos, gerenciamento de versões, administração de membros e de grupos, edição colaborativa de documentos e conferências textuais. O sistema é baseado na noção de espaço de trabalho estabelecido por membros do grupo para coordenar e organizar uma atividade. Um espaço de trabalho pode conter vários tipos de objetos (documentos, imagens ou *links* para outras páginas). Os objetos estão organizados em hierarquias de pastas. Membros de um determinado grupo podem colocar objetos no espaço compartilhado (*upload*) ou transferir objetos daquele espaço para o seu sistema local (e.g. a fim de editar um documento).

A colaboração assíncrona se dá através de espaços de trabalho compartilhados, onde os membros do grupo armazenam, gerenciam e editam conjuntamente objetos. Dessa forma, o BSCW oferece recursos para compartilhamento de espaço de trabalho e de informação de maneira assíncrona e não-presencial.

Em suas versões mais recentes, foram incorporados recursos para o planejamento, preparação e documentação de reuniões (suporte à comunicação formal) através do recurso “meeting”, que serve para colher as informações necessárias para agendamento de uma reunião que será realizada em horário estabelecido (comunicação síncrona). A reunião pode ser face-a-face ou por meio de ferramentas de conferência externas ao BSCW. Justamente por depender de ferramentas externas, o recurso “meeting” é classificado como uma ferramenta assíncrona não-presencial para suporte a reuniões. O único recurso para comunicação síncrona diretamente incluído no BSCW é uma ferramenta de *chat* (comunicação).

O BSCW também dispõe de recursos que auxiliam no acompanhamento da atuação dos demais integrantes da área de trabalho cooperativo. É possível identificar, por exemplo, que determinado usuário inseriu um documento ou informação no sistema, quem acessou os dados disponibilizados, quem fez alterações na estrutura do ambiente. Isso é viabilizado através dos vetores indicativos de leitura e de alterações na área de trabalho. Para que sejam usufruídas as facilidades propiciadas por esses vetores, há necessidade de configuração do navegador para que seja evitada a opção de manutenção de um *cache* local. Essa configuração força o carregamento da página que está sendo acessada, diretamente do servidor, permitindo ao usuário acompanhar o estado da área de trabalho

46 Navegadores, como o Netscape Navigator e o Internet Explorer.

naquele instante. Caso outro participante do ambiente tenha inserido um dado novo, ou mesmo lido algum documento, os vetores indicativos irão acusar [Moeckel 00b].

Porém, os vetores tornam-se úteis apenas quando a área de trabalho é verificada com frequência. Eles não devem ser usados como um histórico de eventos e sim como uma referência cotidiana. De nada adianta um ambiente de trabalho cooperativo que não é acompanhado pelos seus membros. A partir de uma adequação na configuração do servidor BSCW, passa a existir a possibilidade de cada usuário receber um relatório diário sobre os eventos ocorridos nos ambientes cooperativos de que faz parte. A informação é enviada através de um *e-mail*, gerado automaticamente às 00:00h pelo servidor do BSCW. O grau de detalhamento pode ser especificado de acordo com a conveniência. Caso opte pela geração dos *e-mails* em formato html⁴⁷, o usuário poderá acessar as áreas que tiver interesse, dentre aquelas em que ocorreram eventos, diretamente pelos links do *e-mail*.

No BSCW, cada documento possui uma URL⁴⁸ específica, que apresenta codificação numérica. Pode-se criar malhas de links para facilitar o acesso a determinados documentos, que precisam ser acessados em pastas diferentes. Dessa forma, evita-se duplicidade no arquivamento [Moeckel 00b].

Outra característica interessante do BSCW é permitir que sejam registrados os passos da evolução de um documento. Em determinadas situações, como a elaboração de um artigo ou relatório, torna-se necessária à retomada de um contexto, na forma que havia sido anteriormente descrito. Pode ocorrer a situação em que um arquivo seja substituído pela sua versão mais recente, sem estar versionado, e a última versão esteja corrompida. Nesse caso, o problema pode ser percebido tarde demais. Isso sem mencionar a possibilidade de um arquivo ser corrompido ou infectado por um vírus. Por isso, além do versionamento de arquivos em elaboração, é sugerida a verificação desses no BSCW logo após a inserção. Quando é revisado um documento que está sob o controle de versões, deve-se registrar o *status* vigente ou alterações realizadas naquela versão. Essas informações ficam disponíveis num histórico, junto com os arquivos anteriores, datas de elaboração e autores.

O BSCW também pode ser utilizado como instrumento de apoio para a divulgação na Internet. Arquivos podem ser incluídos na área pública do sistema, que está isenta de controle de acesso (usuários anônimos podem acessar⁴⁹ o ambiente).

O servidor do BSCW pode ser configurado de maneira a aceitar conexão segura pela Internet. Isso permite que os usuários façam o acesso via protocolo de comunicação segura,

47 HiperText Markup Language.

48 Uniform Resource Locator.

através do qual os dados são enviados criptografados⁵⁰ pela rede mundial de computadores, reduzindo a possibilidade de serem rastreados no processo de transmissão. Na outra situação, quando o acesso é feito da forma tradicional⁵¹, os usuários devem estar cientes de que suas senhas trafegam em formato texto pela Internet, podendo ser capturadas com relativa facilidade. Assim sendo, é altamente recomendável que a senha do usuário no BSCW seja diferente da senha para acesso à rede local, visando não comprometer a segurança desta com possíveis acessos indevidos.

2.10 CONCLUSÃO

Existe uma série de dimensões, inerentes à cultura organizacional, que devem ser consideradas num processo de mudança tecnológica. Não basta a aquisição de recursos.

Os responsáveis pela gestão de processos, sejam eles produtivos ou de gestão, devem estar conscientes da necessidade de novos mecanismos para a planificação, acompanhamento, controle e tomada de decisão.

Nesse contexto, o desenvolvimento tecnológico tem possibilitado o surgimento de novas abordagens para a realização de trabalho cooperativo. As tecnologias Workflow e BSCW, integrantes do guarda-chuva Groupware, apresentam indícios na literatura de adequação para atendimento às necessidades de gestão.

Entretanto, devido ao caráter recente, é escassa a bibliografia consagrada a questões como a comparação destas propostas em ambientes específicos. Uma contribuição nesse sentido encontra-se apresentada no Capítulo 3.

49 Com permissão para leitura.

50 Codificados.

51 Via <http> ao invés de <https>.

3 EXPERIÊNCIAS NA IMPLANTAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

3.1 INTRODUÇÃO

Procurando trazer uma visão mais crítica do processo de implantação das tecnologias que compõem o guarda-chuva *Groupware*, aproveitamos duas atividades desenvolvidas no Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES). A primeira delas, descrita no Item 3.3, tratou do estudo e implantação da tecnologia Workflow, contemplando um processo de razoável complexidade da área eletrônica. A segunda, descrita no Item 3.4, envolveu uma oportunidade para utilização do BSCW como base para o trabalho cooperativo em uma atividade de P&D da mesma área.

Antes de descrever as experiências vivenciadas, faremos uma breve apresentação das características do ambiente onde elas se passaram.

3.2 CARACTERÍSTICAS DO NUPES

As empresas que compõem a cadeia produtiva no Paraná também estão sujeitas às especificidades do mercado consumidor, abordadas no primeiro capítulo deste trabalho.

A empresa Siemens Telecomunicações S.A., tradicional colaboradora e uma das principais empregadoras de egressos dos cursos de eletrônica e mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), demonstrou estar atenta a este novo capítulo da permanente revolução industrial, ao estabelecer parceria com o CEFET-PR para implantação do Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES), em 1995, utilizando aporte financeiro obtido a partir da Lei 8.248/91, conhecida como Lei de Informática. Esta lei prevê incentivos sob a forma de isenção fiscal para capacitação e competitividade do setor de informática e automação.

O projeto NuPES tem como objetivo colaborar para a redução do tempo necessário para desenvolvimento de novos produtos pelas empresas parceiras, e estimular a produção de trabalhos científicos no CEFET-PR, através do estudo e utilização de novas tecnologias em projetos reais, proporcionando inclusive oportunidades de treinamento para alunos, professores e funcionários da instituição e das empresas conveniadas ao projeto.

3.2.1 Linhas de Trabalho do NuPES

Atuando fundamentalmente nas áreas de eletrônica e mecânica, o NuPES dispõe atualmente de uma estrutura com 49 pessoas (entre alunos, professores e funcionários do CEFET-PR) de diferentes especialidades, todos engajados nesta experiência multidisciplinar

para formação de um núcleo de referência na utilização e disseminação da Engenharia Simultânea.

A estrutura organizacional do NuPES prioriza o desenvolvimento de atividades⁵². Existem 2 grupos funcionais, um de eletrônica e outro de mecânica, aos quais os professores e estagiários estão vinculados. A Figura 3.1 ilustra essa representação:

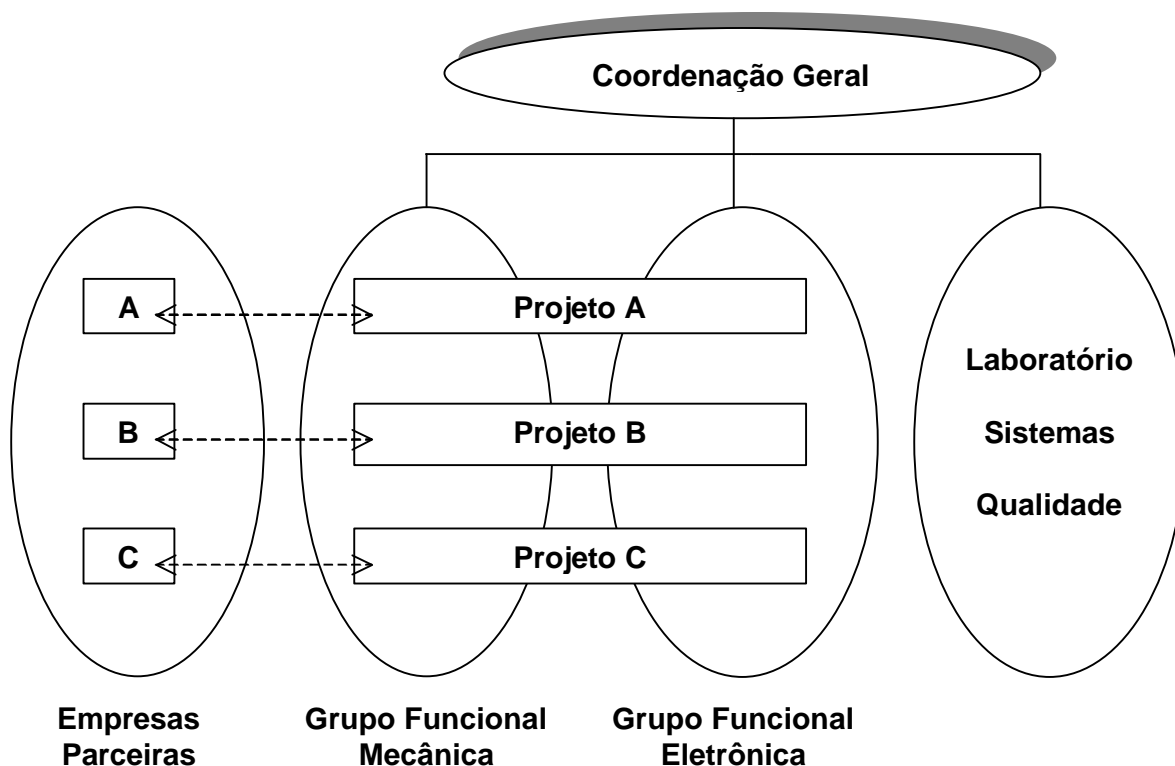


Figura 3.1 - Estrutura organizacional do NuPES

A partir do momento em que é formada uma equipe de trabalho para determinada atividade, o seu coordenador passa a ter autonomia gerencial para a utilização dos recursos físicos e humanos previamente definidos no respectivo Plano de Trabalho⁵³, que é elaborado em sintonia com a coordenação geral do NuPES e com o representante da empresa envolvida.

O contato com tecnologia de ponta representa, para professores e alunos, um estreitamento nas relações entre o meio acadêmico e o empresarial, na medida em que os

⁵² Projetos com empresas parceiras ou programas de melhoria no processo interno de trabalho do Núcleo.

professores utilizam suas experiências no Núcleo para enriquecimento de conteúdos teóricos apresentados em sala de aula, inclusive para alunos que não estão diretamente envolvidos com o projeto NuPES.

Os alunos (estagiários) encontram oportunidade para obtenção de conhecimento prático que lhes permite maiores chances na disputa por vagas num mercado de trabalho cada vez mais exigente, que será encarado após a conclusão do curso.

Para as empresas parceiras o NuPES é, além de uma rica fonte para obtenção de profissionais altamente capacitados para seus quadros funcionais, um pólo irradiador de novas tecnologias, onde são freqüentes as situações em que recursos inovadores são avaliados internamente ao Núcleo antes da sua efetiva adoção nas empresas.

3.2.2 Dificuldades Enfrentadas na Gestão de Atividades de P&D

Para atuar parceria com empresas, o NuPES costuma enfrentar as seguintes dificuldades:

- necessidade de entrosamento das equipes;
- dependência de biblioteca de elementos para CAD⁵⁴ e CAE⁵⁵;
- distância física entre as equipes;
- regime de trabalho;
- diferenças culturais entre empresa e academia;
- participantes das equipes com horários de trabalho disjuntos;
- grande número de estagiários;
- rotatividade significativa dos estagiários (legalmente, não podem permanecer mais do que dois anos no NuPES).

Para que se viabilize o trabalho realizado no NuPES, precisa existir um amplo entrosamento entre a equipe solicitante da atividade (na empresa) e a designada no Núcleo.

O NuPES encontra-se localizado no CEFET-PR, região central de Curitiba, e a Siemens encontra-se na Cidade Industrial de Curitiba, a 10 Km de distância. O canal digital disponível para troca de dados é considerado de baixa velocidade (64 Kbps). Isso dificulta o contato pessoal e compromete a comunicação durante as atividades.

Um fator adicional que gera dificuldades no NuPES, é o regime de trabalho dos seus integrantes, no que se refere à carga horária semanal (20 horas para os estagiários e 15 horas para os professores e funcionários). Durante o desenvolvimento das diversas

53 Documento que equivale a um "contrato" entre o NuPES e empresa envolvida, ou mesmo a um "compromisso" dos participantes com a coordenação do Núcleo caso seja uma atividade de caráter interno, onde deve ficar bem definido o escopo da atividade (formulação do problema, objetivos, justificativa, metodologia, cronograma e recursos necessários).

54 Computer Aided Design, ou projeto auxiliado por computador.

atividades que cada integrante do grupo está comumente envolvido, ocorrem fatos que denotam ser pouco observado esse regime peculiar de trabalho por parte das pessoas envolvidas pelas empresas. É feita comparação da eficiência do grupo em relação a equipes da indústria, baseada apenas no intervalo de tempo entre início e término das atividades. Nesses casos, não é levado em conta que os profissionais da indústria desenvolvem suas atividades uma a uma, concentrando toda a carga horária de trabalho (geralmente 40 horas semanais) num único objetivo.

Pode-se afirmar, que quanto mais fragmentado for o desenvolvimento de uma atividade (número de pessoas envolvidas na equipe), maiores serão as chances da ocorrência de desencontros ou equívocos entre os seus integrantes. Portanto, não são proporcionais sob esse ponto de vista, o rendimento de uma equipe com número maior de pessoas em carga horária de dedicação parcial, comparado a equipes com menos pessoas em regime horário de maior dedicação. Nesse parágrafo não estão considerados os benefícios qualitativos advindos da atuação de uma equipe multifuncional, fator esse que contribui para a viabilização do NuPES.

Outro fator crítico é a pulverização da pequena carga horária dos participantes no decorrer dos turnos de funcionamento do Laboratório de P&D (manhã, tarde e, eventualmente, noite), o que provoca dificuldades para os coordenadores de atividade em conseguir reunir todos os integrantes das equipes. Este panorama é um obstáculo adicional para o desenvolvimento de atividades de caráter multidisciplinar, que são a essência da proposta de trabalho do NuPES.

Da mesma forma, não podemos desconsiderar a dificuldade naturalmente imposta pelo perfil de formação dos estagiários em engenharia, que estão muitas vezes fazendo o aprendizado de novos conteúdos na linha de frente com a indústria, participando de atividades de alta complexidade. Por mais responsáveis que possam ser esses alunos, eles ficam caracterizados como ponto crítico da estrutura, pela incidência normal de falhas no processo de aprendizagem, independente da competência do coordenador e professores-orientadores que estejam participando da equipe.

Apesar do estudo da Engenharia Simultânea ser um sub-grupo do trabalho cooperativo, ele apresenta o mesmo nível de complexidade. Dimensões técnicas permeiam dimensões humanas; ambas precisam ser consideradas para que projetos deste porte tenham êxito. Esse trabalho se limitará ao estudo de uma parcela da dimensão técnica do problema. Temos consciência da sua limitação, todavia o seu objetivo é trazer uma contribuição para a compreensão do problema.

3.3 IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA WORKFLOW NO NUPES

3.3.1 Abordagem Utilizada na Implantação

A abordagem utilizada para desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa exploratória, de caráter qualitativo.

A técnica de coleta de dados utilizada na pesquisa exploratória foi a entrevista semi-estruturada, pois pretendeu-se a obtenção de uma visão geral do processo (fluxo de trabalho), que até então não havia sido formalmente descrito. A definição pelo uso da entrevista semi-estruturada amparou-se no objetivo de prestigiar o fator criatividade dos entrevistados no processo de interação com a equipe de desenvolvimento. Assim, visou-se o levantamento e adequação do Wf, evitando direcionamentos. Dessa forma, a aplicação da técnica encontra-se fundamentada no pensamento de Antonio Carlos Gil:

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, com vistas na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, estas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas [Gil 94].

Participaram da pesquisa professores e estagiários da área de eletrônica, que trabalham nas linhas de captura de esquemas elétricos e projeto de placas de circuito impresso, associados à análise térmica e de compatibilidade eletromagnética. Foram envolvidos diretamente 7 professores, 3 estagiários e 2 membros da coordenação do NuPES, além de 2 engenheiros, gerentes da área de comutação pública da Siemens (escolhidos pelo fato de serem responsáveis pelos setores mais engajados na parceria NuPES-Siemens).

Os estagiários eram alunos do curso de Engenharia Elétrica - ênfase Eletrônica do CEFET-PR. A formação dos professores envolvidos na pesquisa era a seguinte: 1 doutor, 2 mestres, 2 especialistas e 2 graduados. Dos 2 membros da coordenação do NuPES que participaram, 1 era professor do grupo de eletrônica (graduado) e outro respondia pela coordenação geral (mestre).

3.3.2 Método de Aquisição de Dados

O principal objetivo das entrevistas foi identificar os fluxos de atividade das linhas trabalho acima citadas, através de depoimentos descritivos do processo que era comumente realizado, visando a modelagem do Wf de maneira a intensificar os conceitos de EngS.

As entrevistas foram realizadas no Laboratório de P&D para os integrantes do NuPES, e nos respectivos setores dos gerentes envolvidos na empresa. A duração total das entrevistas foi de aproximadamente 40 horas, perfazendo uma média de 2 horas por sessão, divididas como segue:

- 4 sub-fluxos de trabalho relativos a EMC - 6 sessões;
- sub-fluxo de análise térmica - 2 sessões;
- definição dos *checklists* de captura e *layout*⁵⁶ - 2 sessões;
- definição do fluxo superior e sub-fluxos de administração - 8 sessões;
- apresentação dos resultados - 2 sessões.

O método utilizado para registro das entrevistas foi a escrita. Nas situações em que o contexto ficava claro para o entrevistador, as informações obtidas eram transformadas imediatamente (com a participação dos entrevistados) no formato de fluxo de atividades. Em caso contrário, quando havia dúvidas quanto à seqüência das etapas, as anotações eram feitas através de lista de elementos, para esclarecimento posterior.

Correções de interpretação puderam ser feitas pelos participantes, tanto na ocasião das entrevistas quanto após o processamento dos rascunhos gerados. Foram evitados problemas de interpretação quanto ao vocabulário praticado nas entrevistas, graças à exploração dos vínculos de empatia existentes entre entrevistador e entrevistados (colegas de projeto). Isso proporcionou considerável ganho de tempo.

Caracterizamos a amostra utilizada como não-probabilística e intencional, embora tenha sido representativa no universo pesquisado*. A pesquisa considerou características específicas da área de eletrônica do NuPES, chegando praticamente a níveis totalitários. Para a linha de trabalho relativa a EMC, por exemplo, todos os participantes foram entrevistados (2 professores e 1 estagiário). Do quadro permanente da área de eletrônica, que era composto por 7 professores mais o entrevistador, todos participaram da pesquisa. Só foram envolvidos 3 estagiários do total de 8 que participavam do grupo de eletrônica na ocasião, por estarem os demais familiarizando-se com as linhas de trabalho (novatos).

A receptividade dos entrevistados durante a coleta de dados foi significativa. A idéia de que esta atividade traria benefícios no futuro, para suas atuações profissionais, foi assimilada. Não foram notadas ações coercivas. Os estagiários foram mais participativos que os professores, por conhecerem maiores detalhes operacionais das ferramentas de *software* utilizadas no desenvolvimento cotidiano das atividades relacionadas à pesquisa.

⁵⁶ Termo associado, no ambiente técnico, ao projeto de placas de circuito impresso.

* Sem querer generalizá-la para outros ambientes que utilizem ferramentas de CAD/CAE para projeto de placas de circuito impresso.

Foram documentadas na Intranet do NuPES, 22 reuniões realizadas durante o desenvolvimento da atividade, totalizando 32 horas de discussões registradas formalmente. Independente disso, foram armazenadas 380 mensagens de correio eletrônico, enviadas e recebidas durante esta atividade de implantação, o que indica uma grande interação no processo.

3.3.3 A Decisão de Realizar Internamente a Atividade

Para uma efetiva prática de Engenharia Simultânea entre NuPES e Siemens, fazia-se necessário um programa de melhorias no desenvolvimento de atividades.

No segundo semestre de 1997, a empresa americana *Mentor Graphics*, proprietária da maioria dos *softwares* que compõem a plataforma de trabalho disponível para a área de eletrônica do NuPES, formulou proposta para implementar, através de consultoria técnica, um Wf baseado na ferramenta WorkXpert, para auxílio no processo de condução de atividades entre NuPES e Siemens. A proposta não foi aceita por dois motivos: o custo envolvido (~US\$300 mil) e a forma como seria desenvolvido o trabalho durante a consultoria, na qual a implementação chegaria para NuPES e Siemens como uma "caixa preta", dificultando o domínio do processo para aplicação em outros tipos de atividade.

Como alternativa ao aceite da proposta de consultoria, foi decidido em janeiro de 1998 pela coordenação do NuPES e diretoria técnica da Siemens, a formação de duas equipes de trabalho, uma no NuPES e outra na empresa, a fim de analisar, aperfeiçoar e implementar, através da ferramenta de Wf WorkXpert, da própria *Mentor Graphics*, dois pontos críticos para o desenvolvimento de atividades conjuntas entre NuPES e Siemens:

- a) O processo de solicitação, criação e disponibilização da Biblioteca CAD da Siemens, que estava bastante conturbado e comprometia a atuação do NuPES, por ser um requisito para as atividades então desenvolvidas na área de eletrônica;
- b) A comunicação entre os integrantes das equipes multifuncionais que desenvolvem atividades no NuPES, entre si e na interação destes com a equipe solicitante das atividades pela Siemens.

A ferramenta escolhida foi o WorkXpert, porque já havia sido anteriormente adquirida pela parceria NuPES-Siemens.

Naquela ocasião, a Coordenação do NuPES decidiu designar este pesquisador como coordenador da atividade descrita no item b. Dois novos estagiários foram disponibilizados para prestar apoio na implementação do sistema.

Um engenheiro da Siemens foi escolhido para coordenar o desenvolvimento da implementação descrita no item a, contando com o apoio de um técnico da empresa e um estagiário contratado para essa finalidade.

Esta parte da dissertação registra e analisa a atividade de aperfeiçoamento do processo de comunicação dentro da parceria NuPES–Siemens, indicado no item b. O fluxo de atividades vigente na ocasião para a área de eletrônica, sofreu adequações quanto ao paralelismo entre as etapas, de forma que fossem disponibilizadas, no menor prazo possível, informações e dados necessários para as etapas subseqüentes do processo.

3.3.4 A Preparação para a Atividade de Implantação do Workflow

Inicialmente, na fase de preparação para o desenvolvimento dessa atividade, foi necessária a realização de um treinamento básico acerca das ferramentas AMPLE ITK e WorkXpert, ministrado por dois consultores da *Mentor Graphics*, em abril de 1998.

O treinamento teve duração aproximada de duas semanas, sendo apresentadas sintaxes de programação em AMPLE⁵⁷. A respeito dos programas do pacote WorkXpert, foram apresentados os recursos disponíveis através da montagem de alguns fluxos de teste, para correlação da teoria com a prática.

Finalizado o treinamento e uma breve etapa de investigação das potenciais características das ferramentas, tiveram início reuniões de trabalho entre os integrantes da equipe de desenvolvimento, visando definir as linhas de atuação do NuPES que seriam abordadas no primeiro processo de implementação de Wf, tendo como foco o aperfeiçoamento da interface NuPES-Siemens, ou seja, a comunicação entre as partes envolvidas nas atividades.

3.3.5 Os Primeiros Passos Implementados no Workflow

A partir dos documentos [Fluxo de Trabalho para o Desenvolvimento de PCI's pelo NuPES](#) e [Board Process Development](#), então disponíveis, foi criado o esboço inicial do fluxo de trabalho relativo ao desenvolvimento de projetos eletrônicos no NuPES, que encontra-se apresentado a seguir:

⁵⁷ Linguagem de programação, de propriedade da empresa Mentor Graphics.

Fluxo de Trabalho para o Desenvolvimento de Projetos Eletrônicos com a Participação do NuPES.

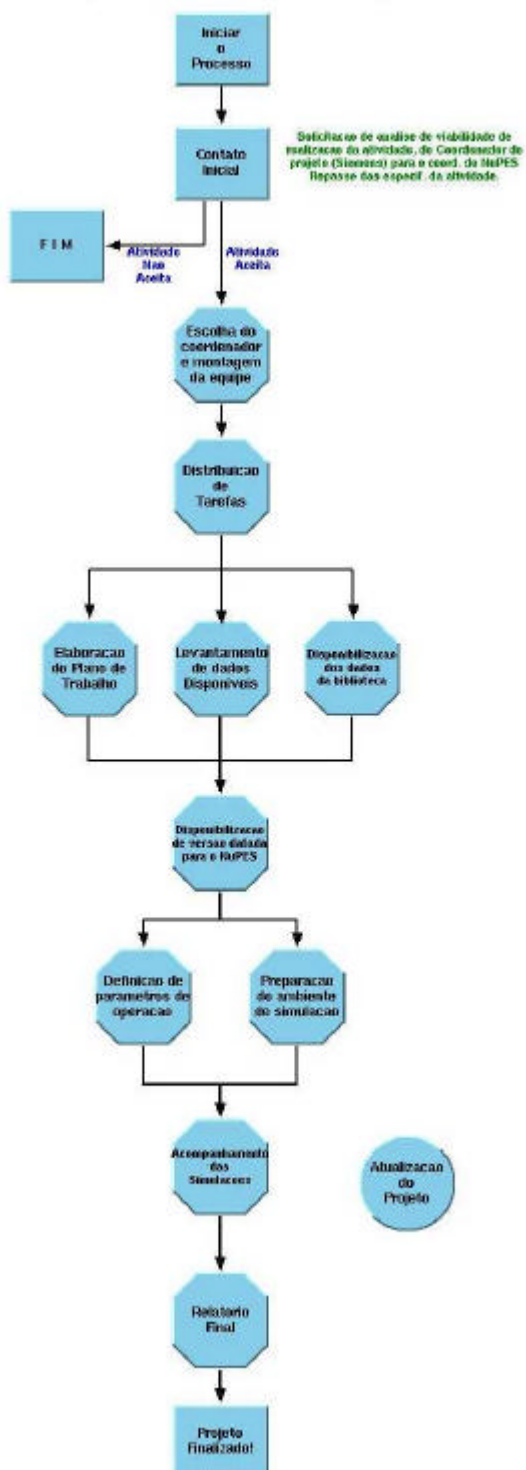


Figura 3.2 -Desenvolvimento de Projetos Eletrônicos com a Participação do NuPES

Este documento representa a transcrição, para o formato de Wf, das informações disponíveis anteriormente em formato texto.

Como desdobramento do fluxo inicialmente obtido, a equipe de trabalho propôs o [Fluxo de Trabalho para o Desenvolvimento de Atividades com a Participação de NuPES](#).

Visualizando este documento, pode-se constatar que nele foram indicadas tarefas que dizem respeito a etapas bastante definidas do processo, sem aprofundamento em detalhes técnicos de cada passo. Caracterizamos esse Wf como genérico para a área de eletrônica, por ser aplicável a qualquer tipo de atividade técnica desenvolvida. Somente a tarefa "Desenvolvimento das Atividades" seria diferente para cada tipo de atuação.

3.3.6 A Escolha do Tipo de Atividade Técnica Abrangida no Workflow

Mesmo havendo consenso entre a equipe de desenvolvimento e as gerências do NuPES e da Siemens, que o Wf a ser implementado contemplaria a área de eletrônica, por ter sido constatada maior problemática relativa à comunicação entre os times de projeto, faltava definir os tipos de atividades técnicas que seriam abrangidas.

Em junho de 1998 foi acertado que as áreas inicialmente abordadas na implantação de Wf envolveriam projetos com captura e *layout* de placas de circuito impresso, associando análises térmica e de compatibilidade eletromagnética (EMC).

O alvo da implementação foi o processo de "Captura, Layout, EMC e Análise Térmica de PCB", por ser relativamente conhecido pela prática dessas atividades em ocasiões anteriores (embora não estivesse devidamente documentado), e por não requerer modelos complexos de simulação (que são de obtenção demorada).

3.3.7 Workflow para "Captura, Layout, EMC e Análise Térmica"

Através de entrevistas realizadas com as equipes envolvidas nessas atividades técnicas, foi obtido o documento [Fluxo Específico para Captura / Layout / EMC / Análise Térmica - Versão Macro](#).

Foram criados diversos caminhos de realimentação entre as atividades técnicas, para eventuais necessidades de modificação no projeto em curso. Na sequência, foram identificados os sub-fluxos de cada atividade técnica relacionada, através de entrevistas envolvendo professores e estagiários dessas linhas de atuação. Nessa etapa, foram evidenciadas e aperfeiçoadas as necessidades de comunicação com as demais equipes técnicas.

O resultado foi a obtenção dos documentos [Análise Térmica](#), [Análise de Caminho Crítico](#), [Análise de EMC nos Sinais Críticos](#), [Análise de Crosstalk e Casamento de Impedância Pós-Layout](#) e [Análise de Emissão Pós-Layout](#).

Esses cinco sub-fluxos compõem a parte técnica do Wf proposto. Eles foram criados como sub-fluxos por envolverem um número considerável de etapas, que podem ser representadas sequencialmente.

Obtidos os sub-fluxos das atividades técnicas, partiu-se para a definição dos recursos implementados no Wf, para permitir a agilização no desenvolvimento de atividades entre NuPES e Siemens, nas áreas relacionadas.

3.3.8 Sub-fluxos de Caráter Geral

Para complementar a funcionalidade dos sub-fluxos técnicos e sua vinculação com o fluxo principal, houve necessidade da criação de sub-fluxos de caráter geral, que auxiliam na gestão do Wf. Estes sub-fluxos encontram-se apresentados a seguir.

Sub-fluxo para Definição da Equipe de Projeto

Conforme são executadas as tarefas, ocorre a definição dos integrantes das equipes, de acordo com a função que ocupam no projeto.

São disponibilizadas caixas de diálogo para a entrada dos nomes dos usuários no sistema (*login names*). Após a digitação, é acionada uma rotina para verificação de consistência, a fim evitar equívocos⁵⁸, pois a permissão para execução de cada tarefa no Wf é baseada nessa informação. Feito isso, o *login* é armazenado em uma variável do fluxo. É também disponibilizada uma caixa de diálogo com os *logins* válidos e respectivos nomes dos usuários, para auxiliar o coordenador funcional da área de eletrônica na realização dessa etapa.

⁵⁸ Cadastro de um usuário inexistente, por exemplo.

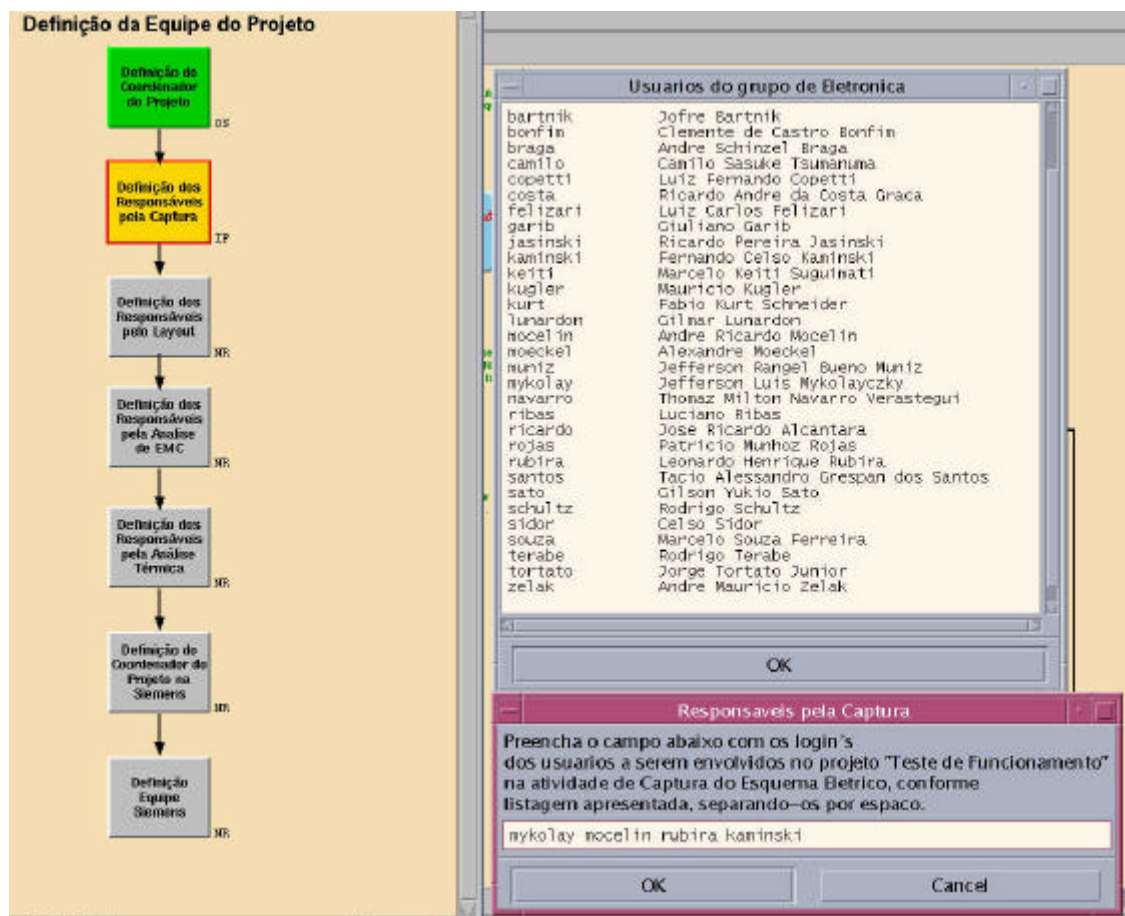


Figura 3.3 - Sub-fluxo para definição da equipe de projeto

Os *login's* são utilizados para os usuários do NuPES, que participam ativamente do Wf. Para os usuários da Siemens, que podem não possuir conta cadastrada na rede do NuPES, deve-se entrar com o respectivo *e-mail*.

Tomamos o cuidado nessa implementação, de não deixar tarefas dependentes de execução pelos usuários da Siemens, para evitar interrupções em passos do fluxo, enquanto não ocorre uma maior disseminação da cultura de Wf internamente à empresa. Estes usuários ficaram caracterizados como participantes passivos do Wf. Para contornar essa limitação, definimos que os passos relativos à Siemens, devem ser executados pelo coordenador da atividade no NuPES quando os objetivos previstos forem atingidos.

Sub-fluxo para Alteração da Equipe de Projeto

Esse sub-fluxo complementa o anterior, servindo para eventuais necessidades de alteração da equipe de trabalho no decorrer das atividades. Dessa forma, existem condições para adicionar ou remover pessoas dos grupos de trabalho que atuam no Wf, tais como: Equipes de Captura, Layout, EMC, Análise Térmica e Equipe Siemens.

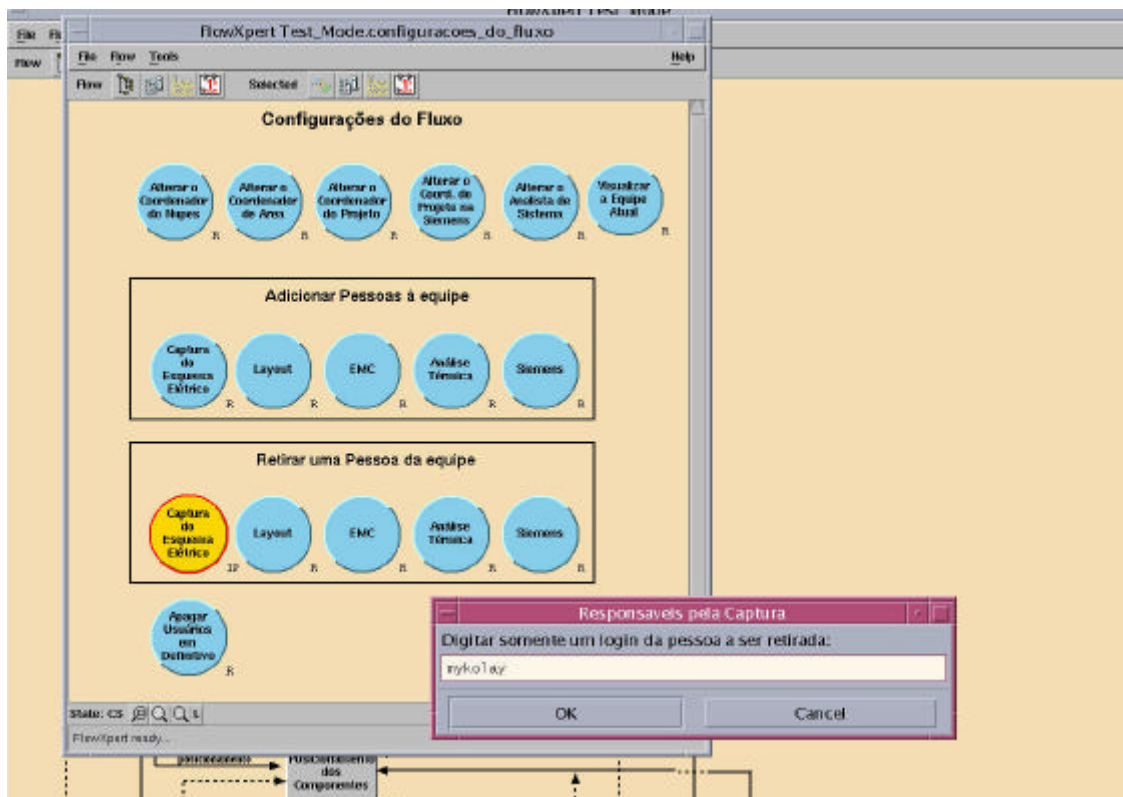


Figura 3.4 - Sub-fluxo para alteração da equipe de projeto

Para os casos em que apenas uma pessoa ocupa determinada função, existem caixas específicas para alteração. Quando isto ocorre, o ocupante anterior da função fica registrado no sistema de arquivos do Wf com o sufixo *_old*, visando atender a situações em que ocorre um afastamento temporário da atividade. Assim, o poder de execução de tarefas no fluxo fica delegado, mas o usuário antigo continua recebendo cópia das mensagens de notificação, podendo assumir novamente a função quando retornar do afastamento. Para os casos de exclusão em definitivo de participantes da atividade, existe a opção "Apagar Usuários em Definitivo".

Nesse sub-fluxo, existe uma opção para visualização da equipe completa da atividade (a atual e a antiga).

As funções definidas no sub-fluxo da Figura 3.3, para as quais os participantes da atividade estão associados, podem ser alteradas através do sub-fluxo da Figura 3.4. Elas

balizam o envio dos *e-mails* de notificação do Wf e, como fator mais representativo, controlam o acesso dos usuários na execução das tarefas. Dessa forma, apenas os usuários cadastrados para realizar determinada tarefa terão permissão para executá-la no Wf. Esta alternativa, viabilizada internamente pela equipe de desenvolvimento, permite maior segurança e confiabilidade na condução das atividades.

Sub-fluxo para Escolha das Reuniões Necessárias

Neste item são definidas as reuniões cuja realização será necessária, em função de eventuais dúvidas com relação aos dados recebidos ou necessidade de maior detalhamento, de acordo com a percepção do coordenador da atividade que estiver em andamento.

Existem 4 possibilidades de reuniões técnicas, que são de caráter específico, envolvendo: Captura, Layout, Análise de EMC e Análise Térmica.

Em função da escolha realizada, serão definidos os passos que irão constar no sub-fluxo seguinte, que se encontra abaixo apresentado.

Sub-fluxo para Agenda de Reuniões

Escolhidas as reuniões no sub-fluxo acima mencionado, neste item são definidos maiores detalhes. Ao agendar a reunião, o coordenador da atividade informa data, horário, local e pauta prevista para a reunião. Obviamente, antes de definir esses parâmetros no Wf, o coordenador deverá consultar os demais participantes sobre suas disponibilidades.

Ao final desse processo, será automaticamente enviado um *e-mail* para convocação dos participantes, relacionando as informações da agenda.

Além do *e-mail* para convocação, ficam registrados detalhes⁵⁹ ao lado da tarefa que foi executada no Wf, para fins de referência futura dos usuários.

Sub-fluxo para Registro de Reuniões

Este item se refere à parte do Wf que deve ser executada após as "Reuniões de Detalhamento", com a finalidade de inserção das respectivas atas. Após a ata ser preenchida, via interação com a Intranet do NuPES, é gerado um link no Wf para essa ata, que fica colocado abaixo da tarefa executada no Wf, para fins de consulta rápida.

⁵⁹ Data, hora, local e ambiente físico.

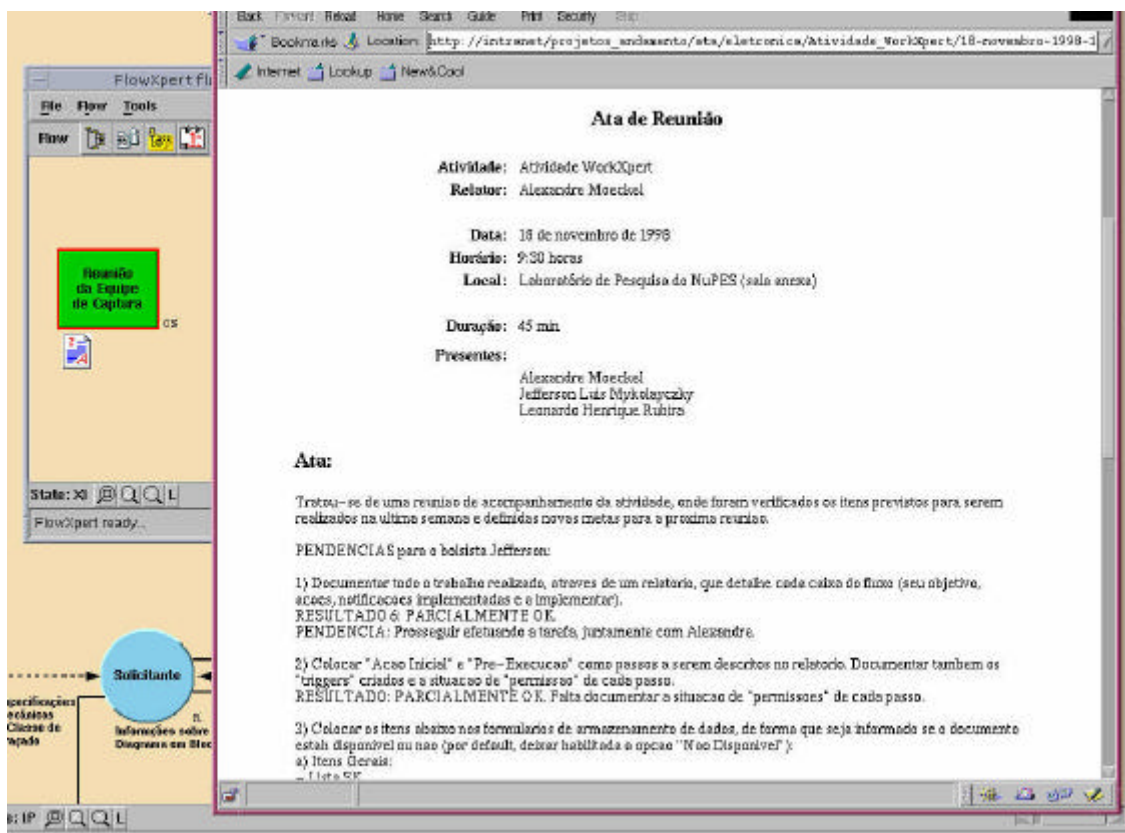


Figura 3.5 - Consulta rápida às atas de reunião

3.3.9 Recursos Adicionais Implementados no Workflow

No início da atividade, havia expectativa de uma implementação parcial do processo escolhido, devido à complexidade das tarefas. Constatou-se na etapa de definição dos itens a serem implementados, que o sistema somente teria sentido⁶⁰ se fosse implementado completamente. Definiu-se então esse objetivo, sabendo das decorrências de ampliação do cronograma de implantação.

Recursos Integrados de Comunicação

Para facilitar a comunicação por e-mail entre os integrantes das equipes de projeto, foi dimensionada uma ferramenta de correio eletrônico dentro do ambiente Wf.

O envio das mensagens não é feito através do nome das pessoas, e sim da função⁶¹ que elas ocupam no projeto. Isso evita falhas de comunicação, quando um determinado participante é “esquecido”.

⁶⁰ Seria útil para condução de projetos reais.

⁶¹ Registradas conforme ilustrado na Figura 3.9.

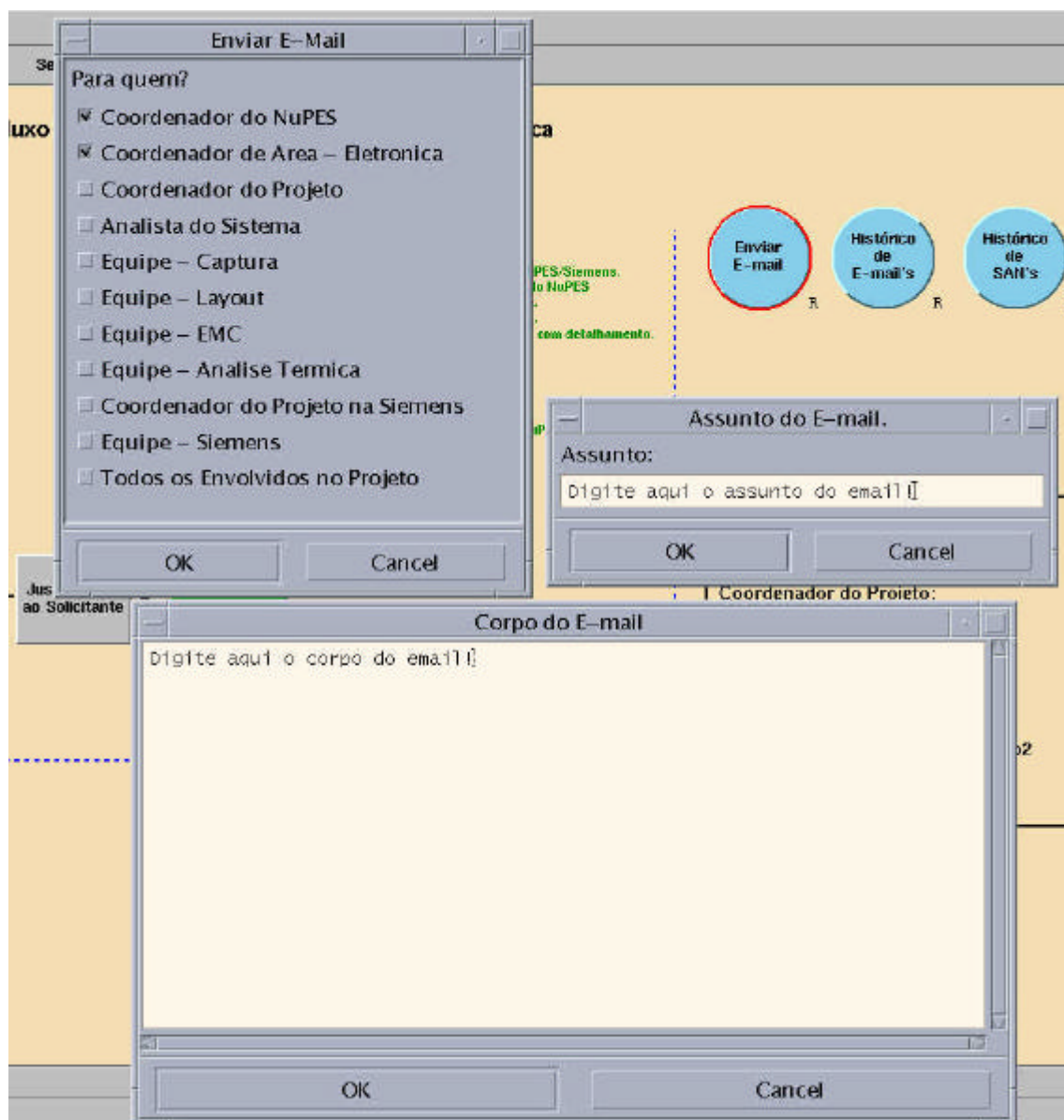


Figura 3.6 - Ferramenta de correio eletrônico própria

A implementação deste recurso permitiu outros benefícios, tais como:

- Consulta ao histórico de mensagens. Evita que os participantes da atividade precisem armazenar cópia das mensagens em suas áreas pessoais, dando-lhes segurança, poupando tempo e espaço de armazenamento no sistema.
- Informação ao coordenador do projeto. Mesmo que o usuário “esqueça” de enviar cópia da mensagem para o responsável pela atividade, para que este esteja a par dos acontecimentos, o sistema faz isso automaticamente.

Na implementação deste Wf, também foi utilizada como ferramenta de comunicação o *software eTEAM*, da empresa americana *Infocast*, que apresenta condições para o estabelecimento de comunicação assíncrona, vinculando imagens, áudio e marcadores, gerados e reproduzidos em tempo real. A mensagem é enviada por *e-mail* e fica armazenada no Wf, podendo ser acessada pelos demais integrantes da equipe no momento apropriado. Este recurso pode contribuir para minimizar a problemática oriunda dos horários de trabalho em turnos distintos. Permite também, a informação de toda a equipe acerca de problemas identificados na realização das tarefas e suas possíveis soluções, viabilizando a cooperação necessária para o sucesso da atividade.

Formulário para Solicitação Automática de Dados

Boa parte dos dados de projeto, necessários para o trabalho no NuPES, é aplicável para qualquer atividade que fizer uso do processo em questão. Considerando isso, foi criado o recurso de um formulário com a listagem desses itens. Quando o coordenador da atividade executa essa tarefa no Wf, aparece a tela apresentada na Figura 3.7, na qual são informados quais dos itens já estão disponíveis naquela altura do processo. Feito isso, o sistema gera automaticamente um e-mail para o responsável pela atividade na empresa, solicitando a disponibilização dos demais itens.

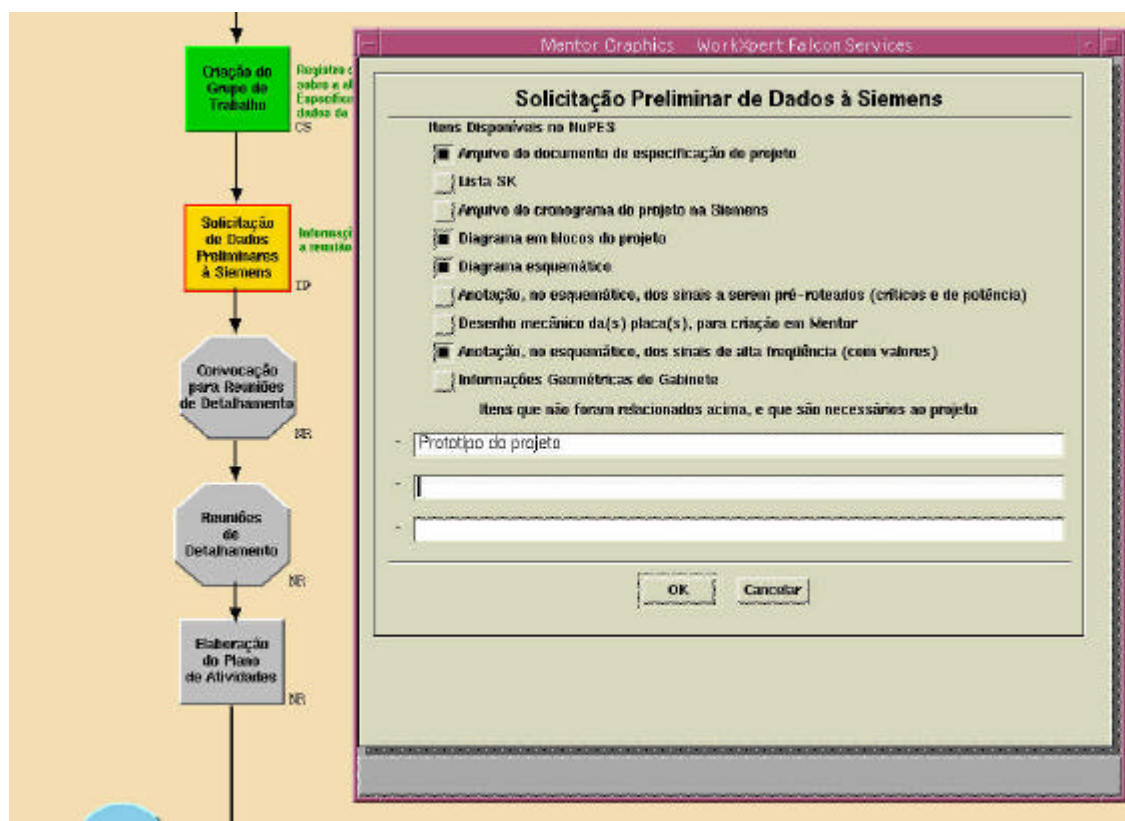


Figura 3.7 -Formulário para solicitação de dados de projeto

Deve-se observar que o sistema permite a inclusão de itens que não foram previstos na lista, e que são necessários ao projeto.

Formulário para Armazenamento de Dados

Considerando a diversidade de meios para interação entre a equipe da empresa e a da academia (telefone, fax, e-mail, reuniões, conversas informais, etc.), percebeu-se a necessidade de um mecanismo para concentrar os registros advindos dessa interação.

Para ilustrar a problemática, consideremos o caso de um dado de projeto repassado por telefone. Na maioria das situações, a anotação é feita numa agenda pessoal ou em um papel de rascunho. Mesmo que se tome providências para transmitir⁶² a informação aos demais participantes, via e-mail por exemplo, esta tende a se perder com o passar do tempo, seja pela falta de armazenamento da mensagem, seja por dificuldade na sua localização.

Para atender a essa problemática, foram implementados formulários para armazenamento de dados (um para cada linha de trabalho abrangida no processo), conforme pode ser verificado no exemplo da Figura 3.8.

The image shows two overlapping windows from the Mentor Graphics WorkXpert Falcon Services software. The main window is titled 'Itens para EMC' and contains various input fields and buttons for configuring EMC parameters. The 'Itens Gerais' window is a smaller dialog box in the foreground.

Itens para EMC Form:

- Anotação, no esquemático, dos sinais de alta frequência (com valores):** Buttons for 'Não Disponível' and 'Disponível'.
- Distância entre as placas, no caso de ser mais de uma (mm):** Input field with value '0'.
- Material que compõe o isolante:** Buttons for 'Não Definido', 'FR2', 'FR3', and 'FR4'.
- Número de camadas:** Input field with value '0'.
- Espessura da camada de cobre (mm):** Input field with value '0'.
- Espessura do isolante (laminado) (mm):** Input field with value '0'.
- Largura das trilhas de sinal (mm):** Input field with value '0'.
- Largura das trilhas de potência (mm):** Input field with value '0'.
- Largura das trilhas críticas (mm):** Input field with value '0'.
- Tecnologia dos componentes:** Buttons for 'Não definido', 'SMD', 'Convencional', and 'SMD/Convencional'.
- Classe de roteamento:** Buttons for 'Não definida', 'A', 'B', 'C', and 'F'.
- Buttons:** 'OK' and 'Cancelar'.

Itens Gerais Form:

- Buttons:** 'Entrar com os Arquivos' (highlighted with a red box) and 'Visualizar os Arquivos'.
- Lista sk:** Buttons for 'Não Disponível' and 'Disponível'.
- Diagrama em Blocos:** Buttons for 'Não Disponível' and 'Disponível'.
- Diagrama Esquemático:** Buttons for 'Não Disponível' and 'Disponível'.
- Buttons:** 'OK' and 'Cancelar'.

Figura 3.8 - Formulário para armazenamento de dados de projeto

Na medida em que as informações solicitadas da empresa são recebidas, vão sendo armazenadas nos formulários.

Outra característica desses formulários, é que alguns campos vinculam a execução de tarefas do processo. A informação de que está disponível, por exemplo, a lista SK (lista de peças), permite que seja iniciada a etapa de criação de modelos para EMC. Assim, quando é colocada essa informação no formulário, a tarefa mencionada passa automaticamente para o estado “em execução” (cor amarela) no Wf, e é enviada uma notificação para a equipe responsável, a fim de que os trabalhos sejam iniciados.

Interação com Sistemas de Informação

Considerando a pré-existência de uma Intranet no NuPES, onde concentrava-se parte da estrutura de documentos⁶³ das atividades, evitou-se a duplicidade de armazenamento no Wf. Com isso, foi incrementada a interação entre os dois sistemas, como pode ser observado na Figura 3.9, que ilustra a elaboração do Plano de Atividade.

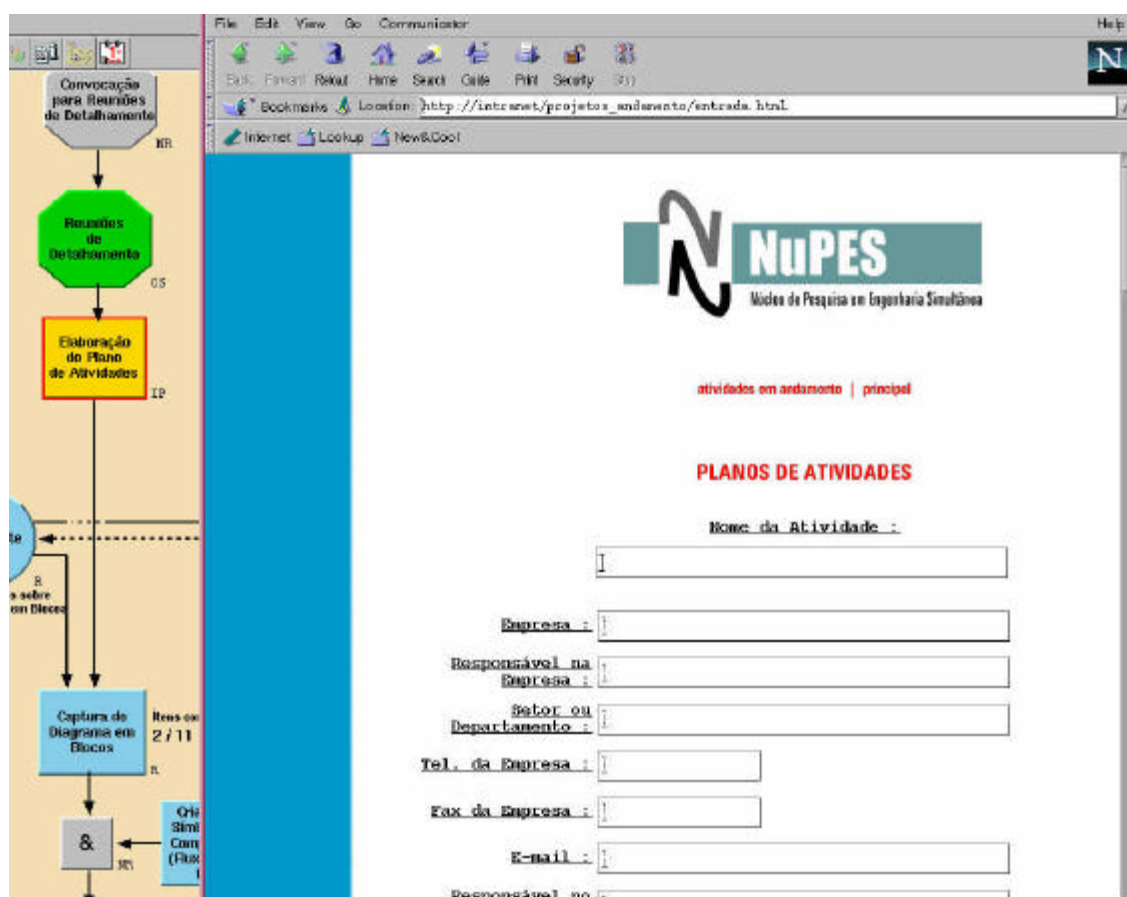


Figura 3.9 - Interação com a Intranet pré-existente

62 O que nem sempre ocorre.

63 Plano de atividade, atas de reunião, relatório final.

Ainda com respeito à interação entre os dois sistemas o acesso às atividades com suporte da tecnologia Wf foi providenciado através de uma área na Intranet.

Checklist⁶⁴

Para as etapas que apresentam itens realizáveis fora de uma seqüência previamente estabelecida, foi utilizado o recurso *checklist*. Na medida em que a tarefa vai sendo desenvolvida, seu executor anota os itens concluídos e, se necessário, faz o registro de comentários.

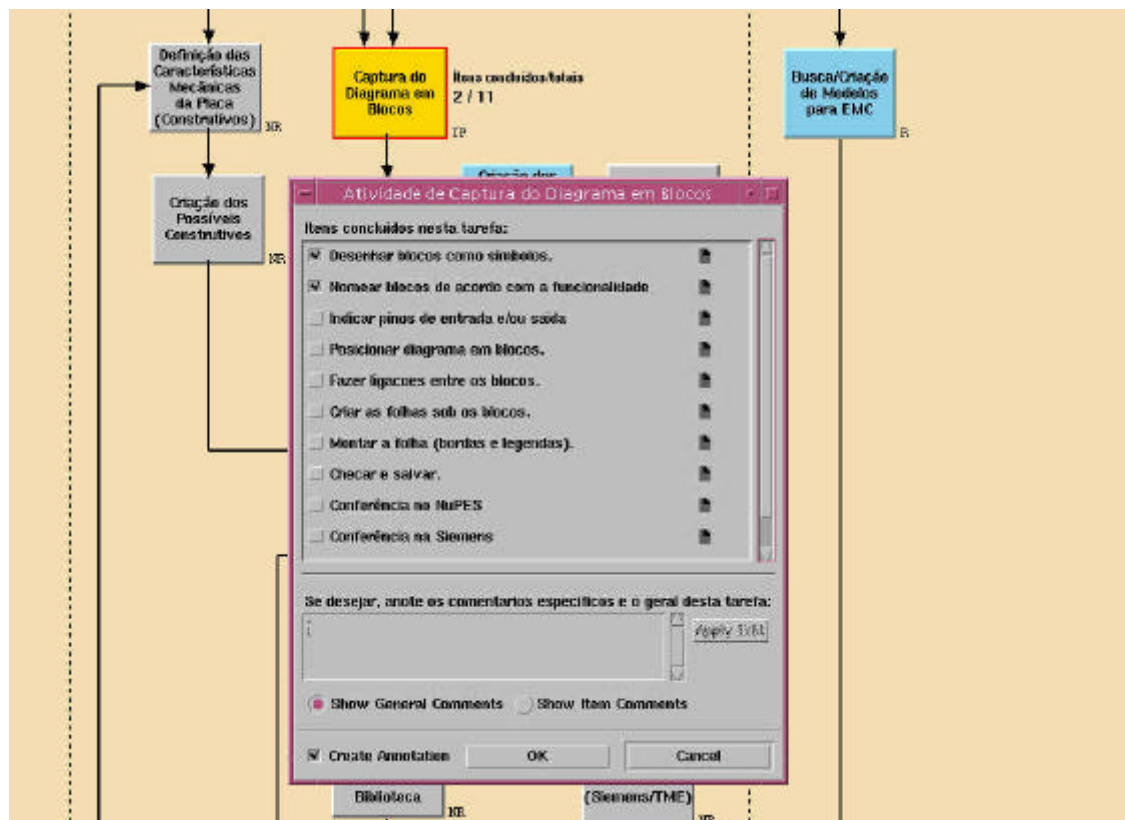


Figura 3.10 - Exemplo de checklist

Suporte a alterações de projeto

Em todos os sub-fluxos técnicos, pode-se constatar a existência de tarefas de preparação para as análises.

Depois da execução das análises nas ferramentas de simulação, existem mecanismos para entrada de comentários e conclusões.

Ao final de cada sub-fluxo, caso não sejam feitas alterações na base de dados do projeto, retorna-se para os passos seguintes do fluxo principal.

⁶⁴ Lista de itens a realizar.

Havendo necessidade de alteração, é gerada uma comunicação para os demais participantes da atividade, onde são informados detalhes do problema diagnosticado e, também, sugestões para correção.

Quando ocorre realimentação no fluxo, motivada por alterações, o coordenador da atividade em conjunto com especialistas de cada área, decide se há necessidade de repetição das etapas já realizadas, em função do tipo da alteração promovida na base de dados. Dessa forma, é definido a partir de que ponto o trabalho precisa ser refeito. Esse processo é realizado através de tarefas de “reset”, que surgem no fluxo principal em casos de realimentação.

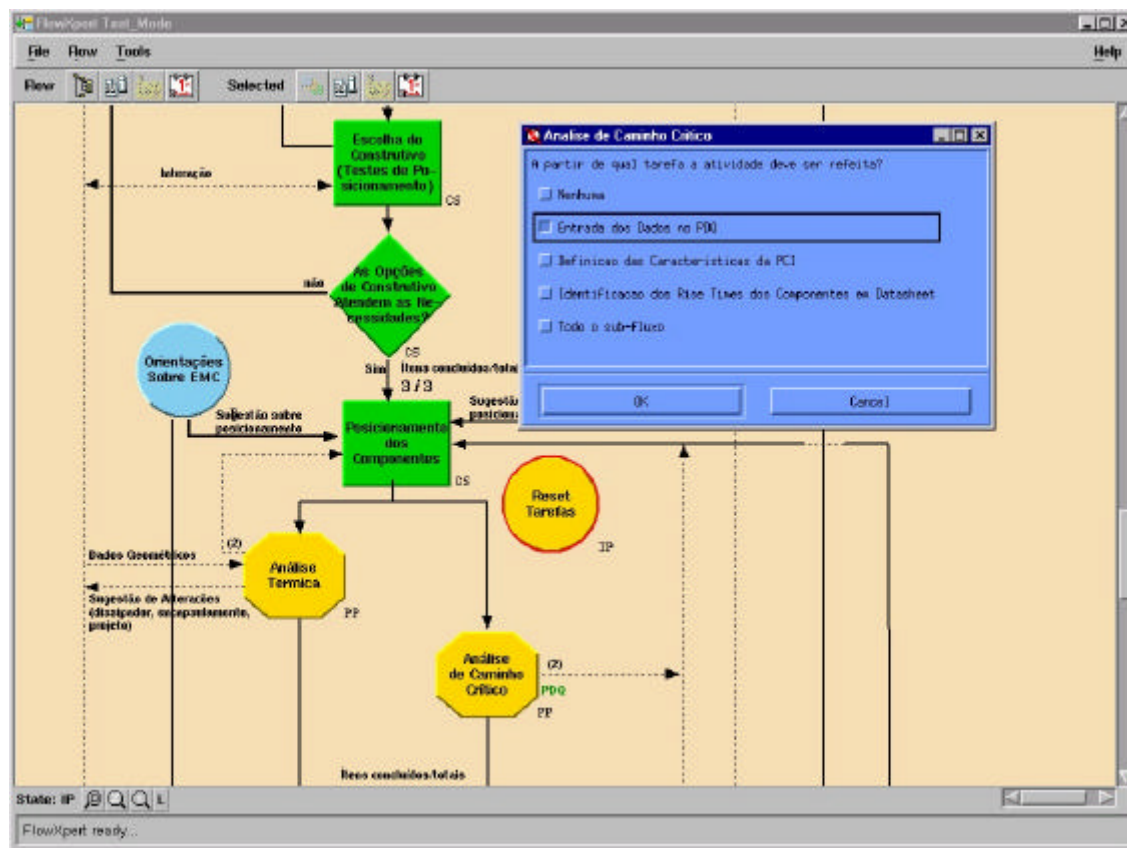


Figura 3.11 - Realimentação no workflow

3.3.10 A Composição Final do Workflow

Associando o fluxo principal e sub-fluxos técnicos (Item 3.3.7) com os sub-fluxos de caráter geral (Item 3.3.8) e os recursos adicionais (Item 3.3.9), dispõe-se do Wf que é o resultado dessa atividade de implementação, aqui caracterizado como [Fluxo Final](#).

3.3.11 Verificação de Funcionalidade do Workflow

O objetivo desse teste foi verificar scripts⁶⁵ e rotinas atuando em conjunto. Foram identificados os seguintes problemas, posteriormente corrigidos:

- a) algumas mensagens de notificação eram geradas em duplicidade;
- b) existia diferença no padrão de apresentação das mensagens de notificação;
- c) ocorreram algumas falhas de funcionalidade nos recursos implementados.

Considerando a indisponibilidade circunstancial de um projeto adequado para a realização do teste piloto, que avaliaria na prática a funcionalidade dos recursos implementados, a coordenação do NuPES decidiu pelo encerramento da atividade de desenvolvimento do Wf, ficando por ser anexado posteriormente na documentação do trabalho um relatório descrevendo os resultados da utilização desse sistema num projeto real.

3.4 IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA BSCW NO NUPES

A seguir, será descrita uma oportunidade de utilização do BSCW na gestão de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Em junho de 2000, foi iniciado o planejamento de uma atividade em parceria com a empresa Solecron Brasil Ltda, para a qual este pesquisador foi designado coordenador. Tratava-se de uma fonte chaveada, com aplicação na área de telecomunicações.

A problemática estava no volume elevado de restrições apresentadas nos processos de montagem dos componentes e teste da placa. Essas dificuldades impunham uma característica manual para a integração do produto, que reduzia a capacidade de produção da empresa e onerava seu custo final. A maioria dos componentes utilizados encontrava-se obsoleta no mercado, sendo de difícil obtenção.

O objetivo principal da atividade foi promover a atualização tecnológica do produto, através de *re-design* do seu circuito elétrico. Deveriam ser implementadas facilidades para os processos de montagem e teste, visando aumento no rendimento da linha de produção da Solecron e, conseqüentemente, redução dos custos para fabricação.

A solução proposta consistia em desenvolver um novo produto, tecnologicamente atualizado, que atendesse às especificações do produto atual, sem os inconvenientes que esse apresentava para o processo de fabricação. Deveriam ser aplicadas técnicas de Engenharia Simultânea, em consonância com a utilização de recursos de simulação numérica computacional (CAD/CAE). Na etapa de projeto, bancada e simuladores seriam

⁶⁵ Arquivos utilizados na programação do sistema.

utilizados em conjunto. Dentre as simulações e análises que se pretendia realizar, podem ser citadas:

- a) simulação de circuitos analógicos;
- b) análise de compatibilidade eletromagnética (EMC);
- c) análise térmica da placa de circuito impresso;
- d) análise térmica do gabinete.

Para o novo produto, seriam gerados os manuais de teste, montagem e manutenção.

O cronograma inicial da atividade apresentava elevada relação de paralelismo entre as etapas, como pode ser observado no Anexo 11.

Fizeram parte da equipe 17 pessoas, sendo 7 professores e 7 estagiários do NuPES, além de 3 pessoas da Solectron. Para que pudesse haver interação da empresa durante o processo de P&D, foi decidida a utilização do BSCW como mecanismo para concentração de arquivos e informações sobre a atividade.

3.4.1 A Estruturação da Atividade no BSCW

Para estruturação do ambiente de trabalho cooperativo, foi criada uma pasta com o nome da atividade, seguida da inclusão dos membros da equipe. Posteriormente, foram incluídas sub-pastas, indexadas na mesma sequência do cronograma.



Figura 3.12 -Visão parcial das sub-pastas criadas para organização dos dados no BSCW

Dentro de cada diretório das etapas, foram iniciados três campos de discussão, para que ali pudessem ficar registradas, respectivamente:

- pendências;
- restrições, definições e idéias;
- pendências resolvidas.

Isso foi feito com o objetivo de permitir a todos os integrantes da equipe armazenar, a qualquer momento e de qualquer local com acesso à Internet, informações relevantes para o sucesso de cada etapa, mesmo que ela não estivesse em andamento.







- ☐   ► [Pendências Resolvidas: Análise Térmica da Placa \(moeckel\)](#) 18 Jul
[Modify] [Contents] [Add Note]
- ☐   ► [Pendências: Análise Térmica da Placa \(moeckel\)](#) 14 Jul
[Modify] [Contents] [Add Note]
- ☐   ► [Restrições, Definições e Idéias: Análise Térmica da Placa \(moeckel\)](#) 18 Jul
[Modify] [Contents] [Add Note]

Figura 3.13 - Campos de discussão criados no BSCW para armazenamento de informações

Para que ficasse registrado um histórico das pendências identificadas em cada etapa, sem prejudicar a rápida identificação dos pontos com necessidade de atenção, foi combinado com os membros da equipe que, tão logo as pendências fossem eliminadas, seriam transferidas para a relação de “pendências resolvidas”.

Para complementar a área de trabalho cooperativo, foi criada a pasta “administração”, onde ficaram concentrados os documentos relativos ao planejamento e condução da atividade. Nesse diretório, foi incluído o seguinte conteúdo:

- a) Planejamento inicial: diretório que contém, dentre outros arquivos, fotografias das anotações geradas nas reuniões de planejamento; um documento sobre a forma de comunicação e acompanhamento da atividade pela Solectron; estimativa das horas de trabalho de cada participante nas etapas.
- b) Plano de Atividade: documento que funciona como um contrato entre o NuPES e a empresa, onde fica delimitado o escopo da atividade.
- c) Cronograma: seqüência das etapas em função do tempo, com a definição dos recursos⁶⁶ participantes em cada uma delas.
- d) Contatos: dados⁶⁷ cadastrais das pessoas envolvidas com a atividade, na empresa-parceira e nos fornecedores.
- e) Atas de Reunião: registros dos encontros para planejamento, acompanhamento e avaliação da atividade, indexados por ordem cronológica.
- f) Histórico de mensagens (mail file): criado com o objetivo de compartilhar entre os membros da equipe, as informações enviadas e recebidas por *e-mail* pelo coordenador da atividade, evitando que cada integrante precise armazená-las na área pessoal. Os arquivos foram salvos a partir da ferramenta de correio

⁶⁶ Professores e estagiários.

⁶⁷ Nome, cargo ou função, telefone, fax e e-mail.

eletrônico *Outlook Express*⁶⁸, e inseridos no BSCW com uma sequência numérica no início do nome⁶⁹ da mensagem, para indexação.

- g) Pendências (de todas as etapas): malha de *links*, criada para facilitar o acesso às pendências de cada etapa, a partir de um único local.
- h) Restrições, definições e idéias (de todas as etapas): malha de *links*, criada para facilitar o acesso às restrições, definições e idéias de cada etapa, a partir de um único local.



Figura 3.14 - Visão parcial da área “administração”, criada no BSCW

Através da Figura 3.15, ilustramos o conteúdo da pasta “contatos”.

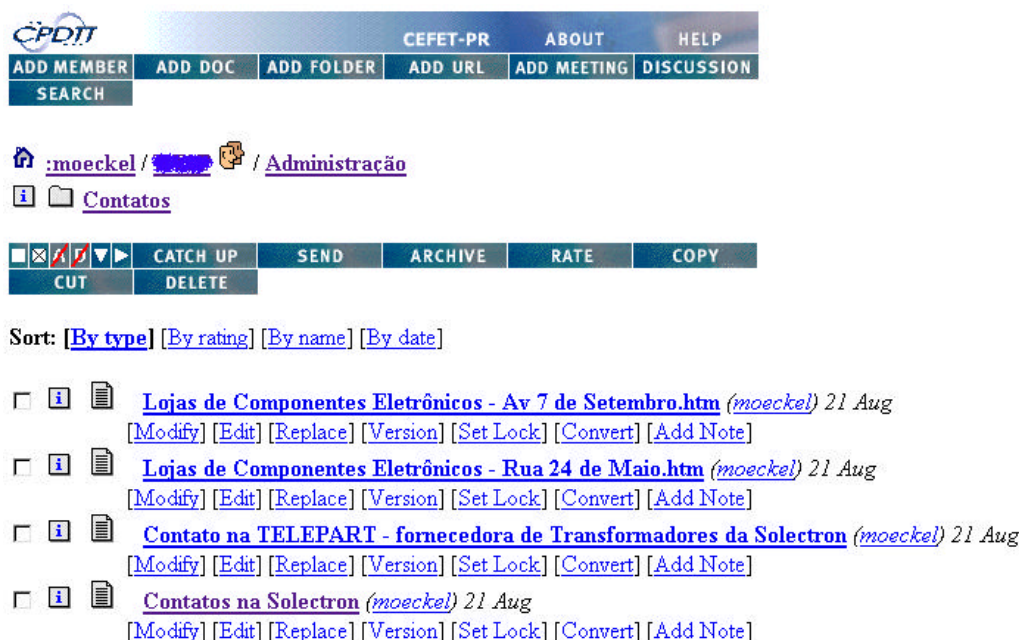


Figura 3.15 - Conteúdo da pasta “contatos”

68 Formato .eml

69 Correspondente ao campo “assunto” do e-mail.

3.4.2 Dificuldades para Engajamento dos Usuários no BSCW

Após algumas semanas do início da atividade, pôde-se constatar através de vetores indicativos do sistema, que grande parte da equipe não estava participando do ambiente de trabalho cooperativo, tanto de forma ativa⁷⁰ quanto passiva⁷¹.

Os usuários que já estavam engajados, haviam sido orientados informalmente sobre a operação do BCSW pelo coordenador da atividade. Outros usuários, que não solicitaram auxílio, começaram a manifestar rejeição ao sistema, pela falta de conhecimento das suas características e potencialidades.

Para atender a essa situação, foi elaborado o tutorial “Utilização Prática do BSCW”, com as dicas que estavam sendo repassadas individualmente. O conteúdo foi apresentado aos membros da atividade e demais professores do Núcleo através de um workshop. Além disso, o tutorial serviu como referência para toda a equipe da atividade de P&D, pois o arquivo foi armazenado no BSCW e também enviado para os 3 participantes da Solectron.

3.5 CONCLUSÃO

Foi oportuna a realização do estudo *in loco* sobre a implantação das tecnologias Wf e BSCW, porque permitiu uma visão mais clara a respeito das respectivas áreas de cobertura. A bagagem adquirida neste processo foi fundamental para a pesquisa que será abordada no próximo capítulo.

⁷⁰ Inserindo arquivos e informações.

⁷¹ Lendo documentos e informações disponibilizadas no sistema.

4 ADEQUAÇÃO DE WORKFLOW E BSCW PARA ENG. SIMULTÂNEA

4.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é o estudo comparativo de adequação das tecnologias Wf e BSCW para o desenvolvimento de atividades de P&D num ambiente de EngS.

Iniciamos com a apresentação do perfil das pessoas envolvidas nesta etapa da pesquisa, que possibilitou a identificação de 50 necessidades típicas de um ambiente de EngS em que é praticada a gestão de P&D.

Numa segunda etapa, a mesma população atribuiu graus de importância para cada necessidade identificada, o que permitir uma visão abrangente do contexto.

As necessidades e respectivos graus de importância tiveram suas possibilidades de atendimento analisadas, para as tecnologias Workflow e BSCW. Isso permitiu a obtenção de indicadores de adequação para as duas tecnologias, no contexto do ambiente estudado.

Com o planejamento das necessidades e possibilidades de atendimento, puderam ser evidenciadas lacunas, que precisariam ser atendidas por outras tecnologias.

4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Na ocasião desta pesquisa, tanto Wf como BSCW não faziam parte do cotidiano do NuPES. Dessa forma, foi preciso que os gestores de P&D explicitassem as necessidades corriqueiramente encontradas na gestão de atividades. Esta explicitação devia ser clara o suficiente para permitir a construção de cenários com as duas novas tecnologias. Da mesma forma, o processo de explicitação deveria ser tal que todos os envolvidos pudessem opinar sobre o conjunto totalizado das sugestões apresentadas. Assim, optou-se pela realização da coleta de dados em 2 etapas.

Participaram da pesquisa todos os professores no Núcleo, responsáveis pelas atividades de P&D, cujas atribuições são:

- coordenação de atividade;
- coordenação funcional;
- coordenação geral.

Todos os professores coordenam atividades. Além disso, dois respondem por coordenações funcionais (eletrônica e mecânica) e um pela coordenação geral.

São 12 engenheiros, 1 arquiteta e 1 licenciado como professor de 2º Grau.

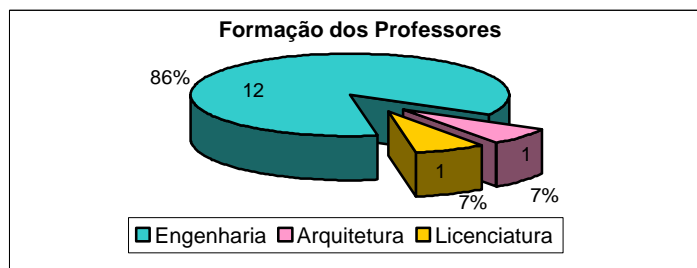


Figura 4.1 - Perfil de formação dos professores participantes do NuPES

A idade dos participantes da pesquisa varia de 29 a 41 anos, com média de 34 anos. A experiência profissional, estimada a partir do tempo desde a graduação, varia de 5 a 18 anos, com média de 11 anos.

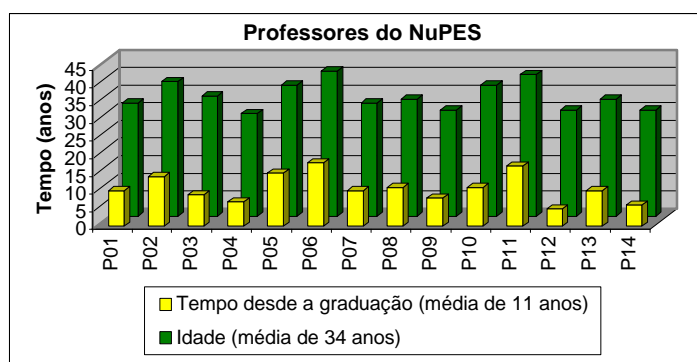


Figura 4.2 - Distribuição etária e da experiência profissional dos professores do NuPES

A equipe possui atualmente 5 doutores, 6 mestres, 2 especialistas e 1 graduado. Os 3 integrantes que possuem menor nível de titulação, estão cursando mestrado⁷².

O tempo de atuação no Núcleo varia de 7 a 66 meses (dados obtidos em setembro de 2000), com valor médio de 39 meses. Os doutores atuam em média há 26 meses, os mestres a 40, os especialistas a 57, enquanto que o graduado participa a 66 meses do Núcleo.

⁷² No Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do CEFET-PR.

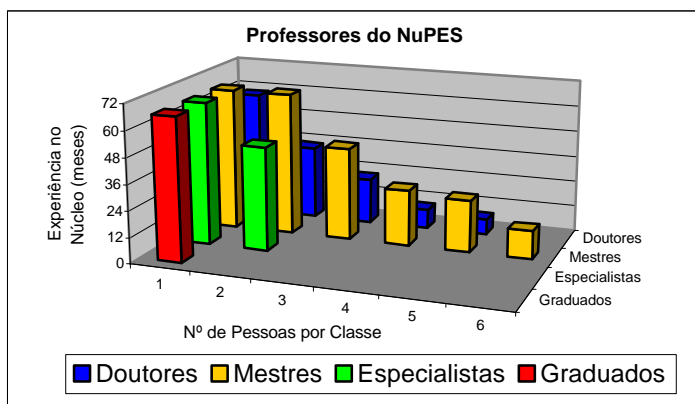


Figura 4.3 - Tempo em que os participantes da pesquisa atuam no NuPES

A pesquisa compreendeu três etapas, com incidência de coleta de dados nas duas primeiras:

- levantamento de necessidades;
- classificação do grau de importância das necessidades identificadas;
- análise das possibilidades de atendimento dessas com Wf e BSCW.

Na sequência, iremos abordar detalhadamente as etapas da pesquisa.

4.3 REQUISITOS DE GROUPWARE PARA GESTÃO DE P&D NO NUPES

Na primeira etapa da pesquisa, foram levantadas necessidades que os professores percebiam na gestão de atividades de P&D. A título de exemplo, foi encaminhada uma lista⁷³ com 18 necessidades, respectivos comentários e explicações. O objetivo foi transmitir o foco e o grau de detalhamento que se pretendia no trabalho, a fim de que cada professor acrescentasse, ao final da tabela, outros itens da sua observação pessoal. Neste momento, não deveria haver preocupação com o grau de relevância das necessidades, ou com o vínculo dessas com alguma tecnologia de *Groupware* que pudesse contemplá-las.

De um total de 13 professores, 4 assimilaram com facilidade a proposta e retornaram suas sugestões⁷⁴. Para motivar os 9 que não se manifestaram num prazo de cinco dias, foi solicitado um encontro presencial para que pudessem ser explicados os objetivos do trabalho e esclarecidas eventuais dúvidas.

Como resultado da primeira etapa da coleta de dados, obtivemos 13 tabelas com as sugestões de cada professor, que podem ser encontrados no Anexo 12.

⁷³ Resultado de 66 meses de experiência deste pesquisador no NuPES.

⁷⁴ A comunicação foi feita por e-mail.

Dos professores participantes, 3 consideraram as 18 necessidades inicialmente listadas como contemplando todas as suas necessidades. Nesses casos, foram registrados apenas seus dados pessoais.

4.4 DEFINIÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DAS NECESSIDADES IDENTIFICADAS

As necessidades sugeridas pelos professores compreenderam 45 itens, que vieram se juntar aos 18 iniciais, perfazendo um total de 63. Todas as sugestões enviadas enquadraram-se no escopo da pesquisa. Do montante das necessidades registradas, 12 puderam ser agregadas a outras similares, totalizando 51 itens que constituíram uma segunda lista. Afim de objetivar a análise dos entrevistados, a nova lista foi organizada em 6 categorias:

- a) **Documentação:** aspectos relacionados ao armazenamento de dados.
- b) **Interação:** aspectos relacionados à interface do sistema empregado.
- c) **Confiabilidade:** aspectos relacionados à segurança dos dados.
- d) **Flexibilidade:** condições de adaptação do sistema ao usuário.
- e) **Fatores Econômicos:** aspectos relacionados a custo financeiro.
- f) **Conhecimento da Prática:** aspectos relacionados à gestão do conhecimento.

Para que futuramente pudesse ser rastreada a autoria das necessidades, foi inserida uma coluna com a informação da origem de cada uma delas, no formato:

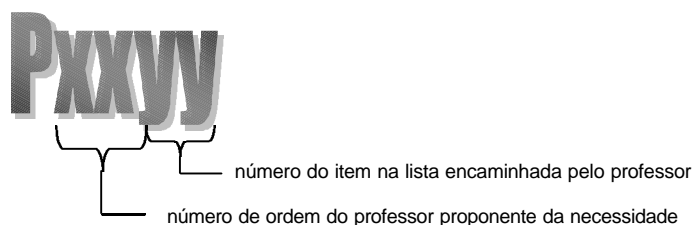


Figura 4.4 - Formato da informação de origem das necessidades

Quando duas ou mais necessidades podiam ser associadas por similaridade de conteúdo, seus autores apareciam somados. Nas situações em que houve necessidade de alteração substancial na forma de redação das necessidades (para facilitar a compreensão pelos demais professores na seqüência da pesquisa), foi inserido um asterisco (*) no final da informação da origem (PxxYY*). Em alguns casos, foi necessária a menção de exemplos e comentários.

A coluna destinada ao rastreamento da origem das sugestões foi suprimida da tabela enviada na 2ª etapa da pesquisa, a fim de evitar que os itens fossem julgados levando em consideração o perfil dos responsáveis pela inclusão na lista.

Para evitar interferência no resultado final do trabalho, decidimos que este pesquisador não deveria participar da 2ª etapa, atribuindo graus de importância. Isso justifica o por que de 13 colunas na tabela do Anexo 13, contra os 14 professores integrantes do Núcleo.

Para viabilizar a análise dos resultados obtidos, a escala dos graus de importância foi classificada numericamente, de acordo com os seguintes pesos:

I (Irrelevante)	⇒	peso 0 (zero)
PR (Pouco Relevante)	⇒	peso 1 (um)
R (Relevante)	⇒	peso 3 (três)
MR (Muito Relevante)	⇒	peso 5 (cinco)

Para cada item, foi associado o grau de importância na visão dos 13 professores, de acordo com o apresentado na tabela do Anexo 13. Com o mapeamento, o resultado da importância de cada necessidade foi obtido através da soma dos pesos que foram atribuídos. Por exemplo, para o item 1, foram 4 ocorrências de R (Relevante) e 9 de MR (Muito Relevante):

$$\boxed{MR, MR, R, MR, R, MR, R, MR, MR, MR, MR, MR e R} \Rightarrow 4R + 9MR = (4 \times 3) + (9 \times 5) = 57 \text{ pontos}$$

Fazendo a média aritmética do resultado, temos $57 / 13 = 4,38$, ou seja, numa escala de 0 a 5, esse item apresenta grau de relevância da ordem de 88% do maior valor possível, que corresponde à situação em que todos os professores consideram o item como Muito Relevante ($13 \times 5 = 65$ pontos).

No final da coleta de dados, foram observadas similaridades nas seguintes necessidades:

- a) Itens 16 e 17: Ambos pertencentes à categoria “interação”, tratam do mesmo assunto, o acesso à experiência em projetos anteriores. Como o resultado total atribuído para essas necessidades foi similar (45 e 43 pontos), decidimos associar as duas necessidades para a seqüência do trabalho, a fim de evitar que um mesmo fator tivesse dupla representação no mapeamento geral. A necessidade que correspondeu à mescla ficou com o valor intermediário da importância (44 pontos).
- b) Itens 7 e 40: Embora tratem do mesmo assunto, métricas, como o primeiro tem conotação na categoria “documentação”, e o segundo na categoria “conhecimento da prática”, decidimos preservá-los da forma que foram apresentados na 2ª etapa da pesquisa.

Dessa forma, a lista de necessidades para aperfeiçoamento da gestão de P&D no NuPES foi reduzida de 51 para 50 itens, que passaram a ser analisados na sequência do trabalho.

4.4.1 Envolvimento dos Participantes da Pesquisa

Como iremos demonstrar a seguir, foi observado um engajamento expressivo do grupo na pesquisa (todos os professores tiveram elevado nível de participação), o que contribuiu para a qualidade dos resultados alcançados pelo trabalho.

Considerando a primeira necessidade listada, a título de exemplo, foram atribuídos os seguintes graus de importância pelos professores:

MR, MR, R, MR, R, MR, R, MR, MR, MR, MR, MR e R

Utilizando a classificação numérica mencionada no Item 4.4, passamos a ter:

5, 5, 3, 5, 3, 5, 3, 5, 5, 5, 5, 5 e 3

A média do grau de importância da primeira necessidade listada é, portanto:

$$(5+5+3+5+3+5+3+5+5+5+5+5+3) / 13 = 4,38$$

Calculando agora o quanto à informação de cada professor difere do valor médio atribuído pelo grupo, temos o desvio de cada resposta. Por exemplo, o primeiro MR da sequência, que corresponde a 5 pontos, está 0,62 pontos acima da média.

Repetindo esse procedimento para cada resposta, foi possível, através da média destes valores, obter o desejado “desvio médio” da primeira necessidade identificada, que corresponde a 0,85 pontos.

Quanto menor esse desvio, maior o consenso do grupo em relação à resposta. Os itens com desvio mais elevado, indicam diversidade nos pontos de vista.

Para a pesquisa, esse valor médio representa um indicativo de coerência das respostas atribuídas pelos professores na etapa em que foi definido o grau de importância das necessidades.

Na Figura 4.5, a seguir, apresentamos um gráfico com o valor do desvio médio da importância atribuída pelos professores para as demais necessidades consideradas.

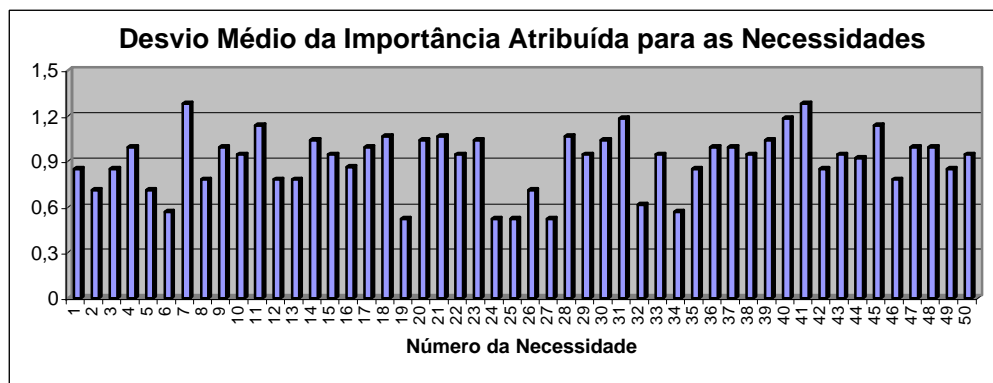


Figura 4.5 - Desvio médio da importância atribuída para as necessidades

Alguns professores contribuíram além do que foi solicitado. Um exemplo foi o professor responsável pela Gestão da Qualidade do Núcleo, que não só atribuiu o grau de importância das necessidades como também registrou, em cada uma delas, os itens da norma ISO9000 que estão relacionados ao conteúdo. Essa contribuição encontra-se disponível no Anexo 15. Outro professor, responsável pela área de Mecânica, fez para alguns itens comentários acerca da dificuldade para implementá-los na prática. Para outros itens, justificou a resposta colocada, além de indicar descrições alternativas para 3 das necessidades listadas.

Os professores que não compreenderam a descrição de algumas⁷⁵ necessidades, registraram-nas com um ponto de interrogação, na ocasião que devolveram a tabela preenchida. Após os devidos esclarecimentos, realizados pessoalmente, o professor pôde definir seu ponto de vista, atribuindo o grau de importância que achava conveniente para aquelas necessidades. Nenhuma dúvida ficou sem esclarecimento. Todas as 51 necessidades tiveram os respectivos graus de importância atribuídos pelos 13 professores.

As considerações realizadas pelos professores durante a coleta de dados foram registradas num espaço de discussão, criado no BSCW, cuja impressão encontra-se disponível no Anexo 16.

⁷⁵ Isso ocorreu em 14 circunstâncias, registradas isoladamente.

4.5 ANÁLISE DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DAS NECESSIDADES

Quando se realiza pesquisa de campo em grupos heterogêneos, geralmente são encontrados participantes mais rigorosos do que outros, mais complacentes. Isso pode influir no resultado do trabalho. Visando identificar a ocorrência deste fato, além da já mencionada análise de coerência das respostas atribuídas pelo grupo, decidimos por analisar as respostas de cada professor em separado.

Para isso, passamos a trabalhar com as 13 colunas da tabela do Anexo 13. Fazendo a média dos conceitos atribuídos por cada professor, chegamos à seguinte distribuição:

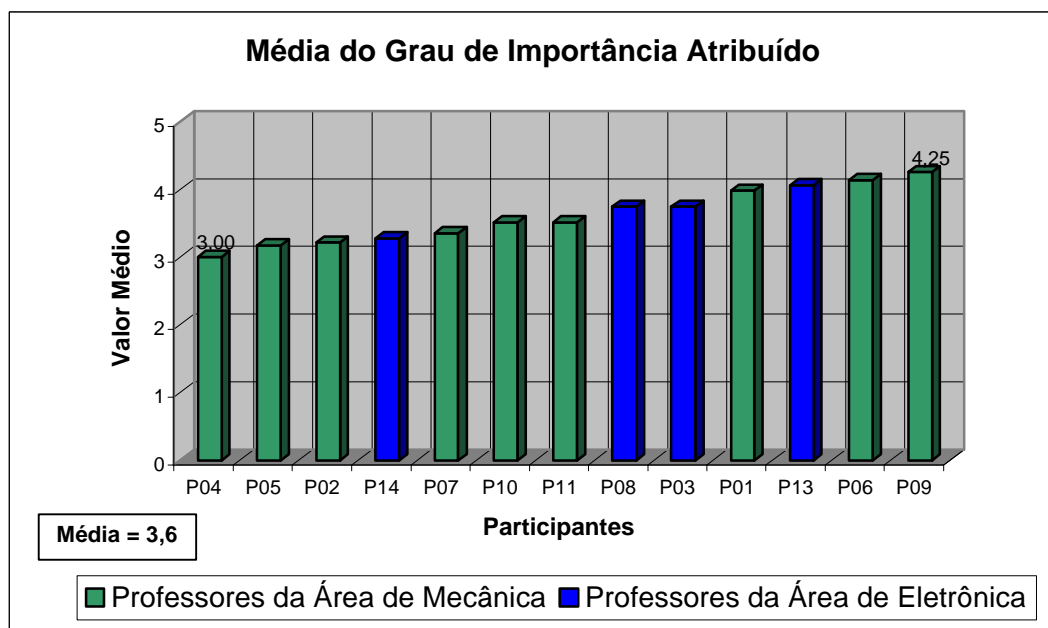


Figura 4.6 - Média do grau de importância atribuído por cada professor às necessidades

Isso significa que alguns professores foram mais rigorosos do que outros na identificação dos itens que são relevantes. A média geral do grau de importância ficou em 3,6. Com o objetivo de normalizar os parâmetros atribuídos pelos professores, foram aplicados os seguintes fatores de correção:

P04	P05	P02	P14	P07	P10	P11	P08	P03	P01	P13	P06	P09
1,20	1,14	1,12	1,10	1,08	1,03	1,03	0,96	0,96	0,91	0,89	0,87	0,85

Tabela 4.1 - Fatores de correção aplicados para normalização das importâncias atribuídas

Esses fatores foram multiplicados pelo grau de importância que cada professor atribuiu para as necessidades listadas na tabela do Anexo 13. O resultado encontra-se na tabela do Anexo 14.

Dessa forma, cada ocorrência de “Muito Relevante” na lista do P04 (mais rigoroso) foi valorizada em 20%, enquanto que para o P09 (mais complacente), a influência foi minimizada em 15%.

Retomando o exemplo do item 1, observamos que a média da importância atribuída pelos professores passou de 4,38 para 4,43 após a normalização, de acordo com a tabela do Anexo 14.

Aplicando esse princípio para os demais itens, observamos variações na importância das necessidades na ordem de $\pm 0,15$ ponto (numa escala de 0 a 5), como pode ser observado a seguir.

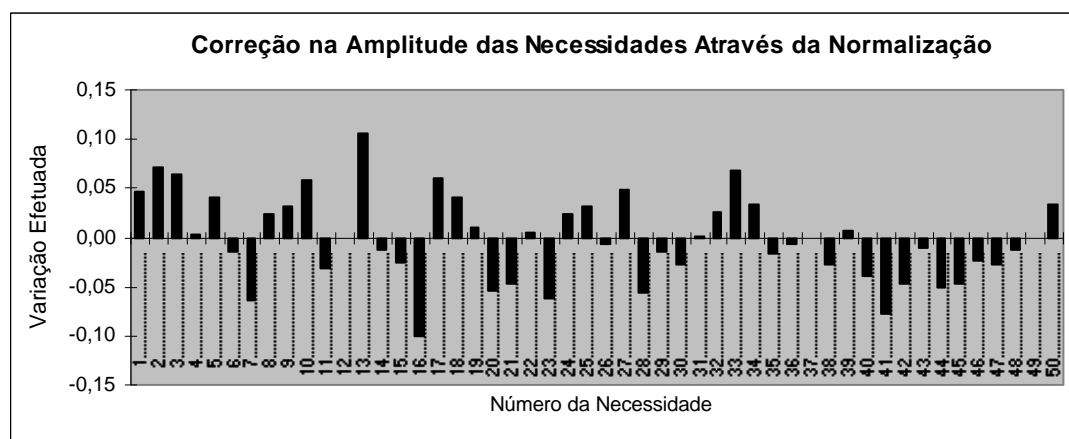


Figura 4.7 - Correção realizada na amplitude das necessidades (normalização)

Mesmo sendo pequena a variação, foram feitas as correções nos parâmetros, cuja distribuição pode ser observada a seguir.

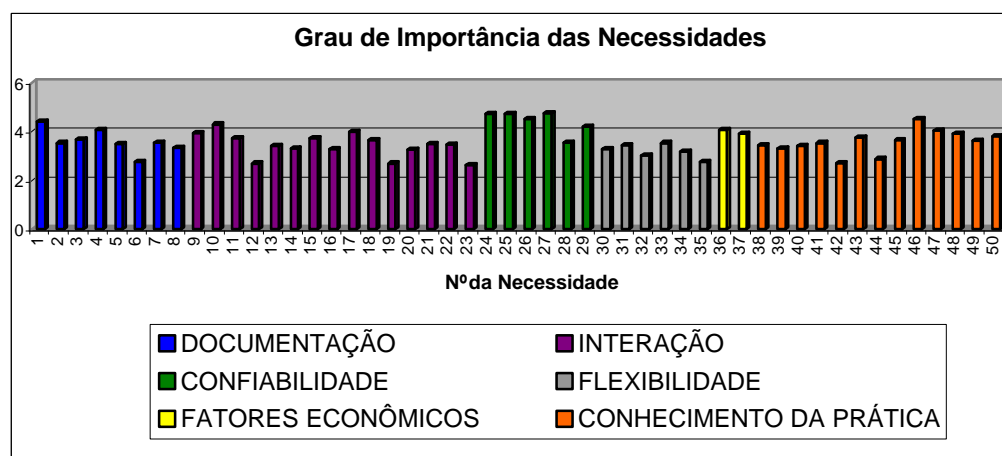


Figura 4.8 - Distribuição sequencial da importância identificada para as necessidades

Outra forma de visualizar o resultado da coleta de dados pode ser verificada a seguir:

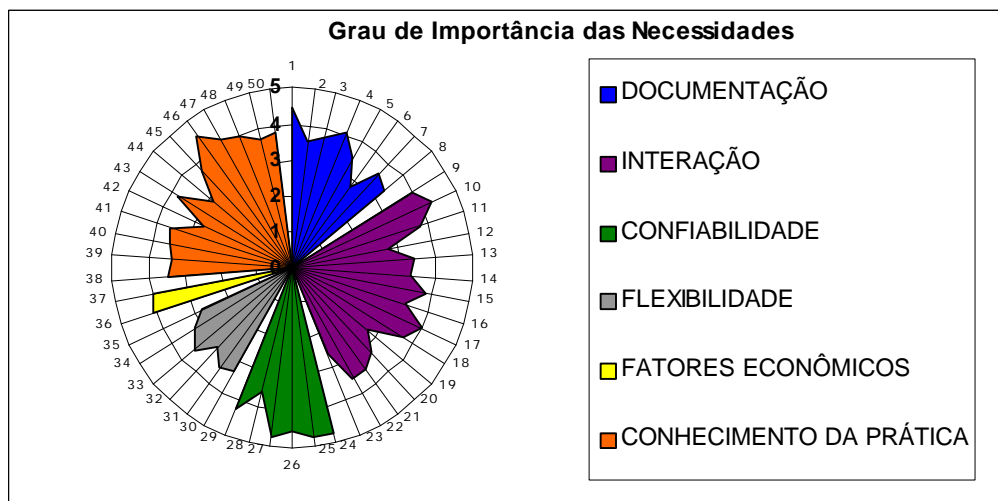


Figura 4.9 - Mapa do grau de importância identificada para as necessidades

Ordenando os itens apresentados na Figura 4.8, obtemos a seguinte distribuição:

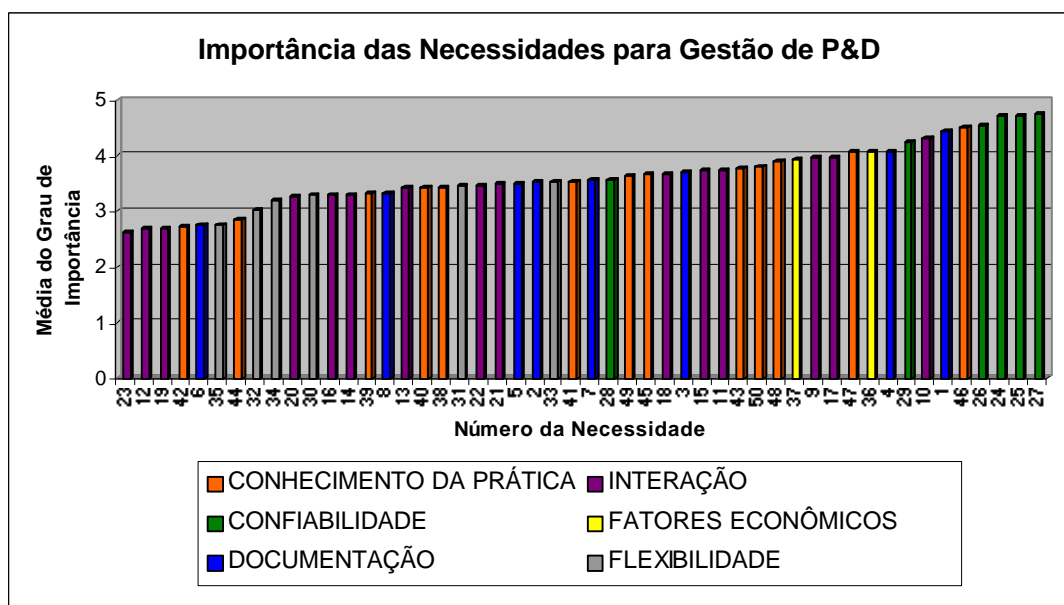


Figura 4.10 - Distribuição crescente da importância identificada para as necessidades

Pode-se observar, através da Figura 4.10, que as 4 necessidades classificadas com maior grau de importância pertencem à categoria “confiabilidade”. Fazendo a média aritmética dos itens de cada categoria, o destaque da “confiabilidade” fica evidenciado, enquanto que a categoria “flexibilidade” foi classificada com menor importância:

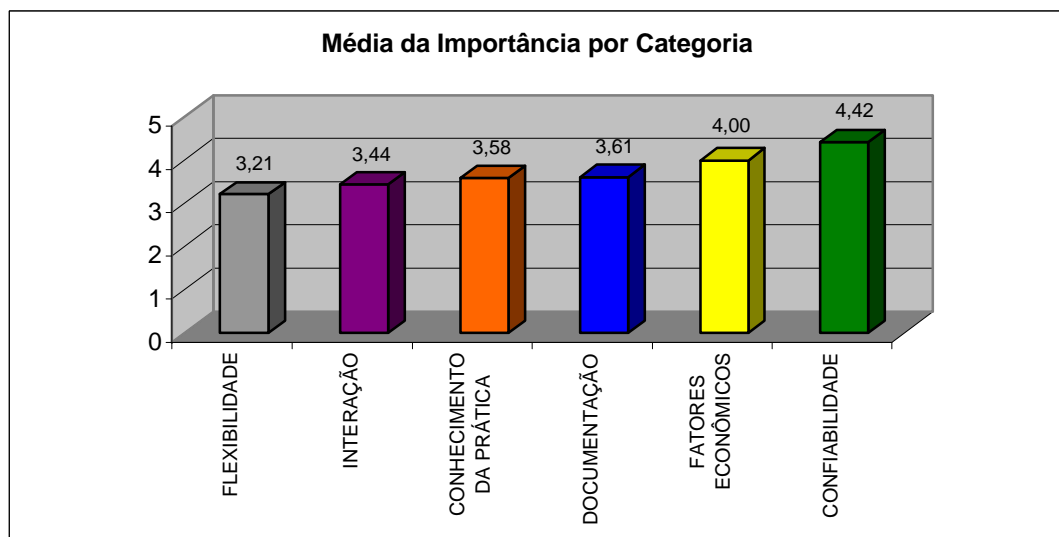


Figura 4.11 - Valor médio do grau de importância identificado para as necessidades

4.6 POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES COM WORKFLOW E BSCW

Nesta parte do trabalho, faremos uma análise da abrangência que se pode esperar das tecnologias Wf e BSCW, para contemplação das necessidades listadas pelos professores acerca da gestão de P&D no NuPES. As indicações apresentadas são fruto da visão crítica adquirida nas oportunidades de experimentação, descritas no Capítulo 3. Não recomendamos que o resultado explicitado na Tabela 4.2 seja diretamente estendido a outros ambientes de pesquisa, sem levar em conta suas respectivas peculiaridades.

Com essa projeção de aplicabilidade das duas tecnologias no ambiente do NuPES, pretende-se oferecer um enfoque alternativo às propostas comerciais, que se apresentam como soluções definitivas para gestão de P&D. Quando é analisada a aquisição de um recurso⁷⁶ tecnológico, que se proponha a solucionar problemas relativos a gestão de P&D, faz-se relevante a observação de quais necessidades do ambiente de aplicação serão atendidas pela nova tecnologia, e quais ficarão relegadas a um segundo plano. Para isso, é necessária a noção do grau de importância que cada necessidade representa no ambiente. Dessa forma, evita-se a frustração de expectativas e conseqüente desperdício de recursos financeiros, que costuma ocorrer quando a questão é tratada sob o prisma de quem vende a “solução”, ou seja, quando é decidida a aquisição em função de uma ou outra necessidade contemplada pelo recurso, sem a visão do todo.

⁷⁶ Hardware, software ou técnica gerencial.

Para que pudesse ser quantificada a possibilidade de atendimento das necessidades na aplicação das tecnologias de Wf e BSCW, estabelecemos os seguintes critérios para os argumentos:

NA (Não Atende)	⇒	fator de multiplicação = 0
PP (Pequena Parte)	⇒	fator de multiplicação = 0,25
PA (Parcialmente)	⇒	fator de multiplicação = 0,50
GP (Grande Parte)	⇒	fator de multiplicação = 0,75
TO (Totalmente)	⇒	fator de multiplicação = 1,00

Dessa forma, as 50 necessidades foram classificadas na Tabela 4.2, que se encontra apresentada a partir da próxima página. Decidimos incluir essa tabela, na sua integridade, devido à relevância das informações contidas na coluna “comentários”, que serviram para balizar a indicação das possibilidades de atendimento das necessidades dos gestores com as tecnologias estudadas.

Tabela 4.2 - Possibilidades de atendimento das necessidades com Workflow e BSCW

I T E M	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICAD O (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
1)	DOCUMENTAÇÃO	Representação de processos de trabalho.	Definir a seqüência das ações, as dependências e as tomadas de decisão (fluxo de trabalho das atividades).	4,43	TO	NA	O BSCW não permite a representação de processos.
2)	DOCUMENTAÇÃO	Que o sistema sinalize (oriente) quais são as próximas etapas a serem seguidas na atividade.		3,53	GP	PP	O Wf atende a essa necessidade, desde que a situação tenha sido prevista na ocasião de sua implementação. Embora o BSCW não permita a representação de processos, o ordenamento da estrutura de dados fornece uma pequena noção sobre a seqüência da atividade.
3)	DOCUMENTAÇÃO	Criar mecanismos para registro do processo de trabalho e transferência de conhecimento.	Facilitar a elaboração de mini-manuais e tutoriais para atividades padrão.	3,68	NA	PP	Os processos precisam ser conhecidos para serem representados numa ferramenta de Wf, que não serve para registrá-los. A possibilidade de adequação e ordenamento da estrutura de dados no BSCW, oferece uma pequena noção sobre o mapeamento do processo realizado.
4)	DOCUMENTAÇÃO	Armazenamento de dados que serão necessários para o desenvolvimento da atividade.	<i>Datasheets</i> , modelos, condições de simulação (por exemplo: frequência de operação, temperatura ambiente).	4,08	GP	PA	Num Wf, esses dados podem ser cobrados pelo sistema (caso tenham sido previstos), enquanto que no BSCW, o armazenamento fica na dependência dos usuários.
5)	DOCUMENTAÇÃO	Armazenamento da estrutura de dados ao final da atividade, para posterior reutilização.		3,50	TO	PA	Depois do arquivamento no BSCW, as notas e discussões são convertidas em arquivos-texto, que não podem ser replicados; a descrição dos itens é perdida; as versões anteriores dos arquivos revisados são descartadas.
6)	DOCUMENTAÇÃO	Registro de versões anteriores dos documentos armazenados.	Histórico de revisões.	2,75	NA	TO	Não existe no Wf a possibilidade de colocar um arquivo sob controle de versão, objetivando armazenar o seu histórico de revisões. No BSCW, isso é feito através das funções <i>Version</i> e <i>Revise</i> .

ITEM	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICADO (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
7)	DOCUMENTAÇÃO	Obtenção de métricas para planejamento de futuras atividades.	Identificação de fatores como: quem realizou determinada tarefa, em que período, quantas iterações foram necessárias para completar o processo.	3,55	GP	PP	O BSCW registra apenas quem inseriu ou alterou dados na área de trabalho.
8)	DOCUMENTAÇÃO	Manutenção da história do projeto (<i>design history</i>).	Histórico de <i>e-mails</i> , registro de anotações durante a realização das etapas. Como o projeto evoluiu; onde ocorreram erros; quais eram as intenções.	3,33	PA	PA	No Wf, o armazenamento do histórico de <i>e-mails</i> depende de implementação, enquanto que no BSCW depende do senso de organização do coordenador da atividade. Anotações são possíveis em ambos.
9)	INTERAÇÃO	Acesso à estrutura de dados da atividade pela empresa parceira, visando trabalho colaborativo.	Maior interação durante o desenvolvimento.	3,95	PP	TO	A dependência das licenças de acesso compromete o desenvolvimento de atividades, via Wf, com empresas parceiras. Como o BSCW é acessado via Internet, as condições para interação com parceiros externos são iguais às disponíveis internamente, ou seja, não há obstáculos para o desenvolvimento de trabalho cooperativo.
10)	INTERAÇÃO	Acompanhamento do estágio atual das atividades.	Indicação do <i>status</i> de cada item do processo.	4,29	TO	PP	O Wf oferece a indicação do estágio atual dos passos que compõem o processo. No BSCW, pode-se ter uma pequena noção sobre as tarefas que estão em andamento, através do vetor que indica alterações na área de trabalho.
11)	INTERAÇÃO	Rapidez na identificação de alterações e novos eventos na área de trabalho.		3,74	PP	GP	O Wf oferece os <i>e-mails</i> de notificação, que dependem de programação. O BSCW disponibiliza o vetor indicativo sobre modificações na área de trabalho, cuja utilização depende do engajamento do usuário no sistema, além dos <i>e-mails</i> diários sobre eventos ocorridos na área de trabalho, a partir da configuração do recurso <i>WS Report</i> .
12)	INTERAÇÃO	Identificação do grau de envolvimento dos participantes.	Quem está lendo os documentos, quem está gerando registros (anotações, FAQ's, dúvidas, sugestões, etc.).	2,69	PP	GP	O Wf registra apenas o usuário que insere arquivos e informações no sistema. O BSCW permite, além disso, saber quem está acessando esses dados, através do vetor indicativo de leitura, que não permite estatísticas de acesso.

I T E M	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICAD O (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
13)	INTERAÇÃO	Melhorar o mecanismo para registro de informações produzidas em reuniões (maior facilidade e fidelidade). Por exemplo, utilizar voz e imagem.	O grau de detalhamento das informações colocadas nas atas varia muito em função de quem as registra. Definições importantes acabam sendo desprezadas ou distorcidas.	3,41	NA	NA	
14)	INTERAÇÃO	Que a interface seja ergonômica.	Facilidade para interação do usuário com o sistema.	3,30	GP	PA	O excesso de níveis na estrutura de dados do BSCW, dificulta a localização de informações pelo usuário.
15)	INTERAÇÃO	Que o sistema de "Groupware" propicie mecanismos de busca (por palavra-chave), para agilizar a localização de informações técnicas e administrativas.		3,74	NA	TO	O BSCW permite a especificação do local onde a busca vai ser realizada no sistema, os tipos de objetos a incluir na verificação (arquivos, pastas, URL's, etc.), variações no nome a ser pesquisado (inicie com; termine com; contenha; seja igual; etc), além de outros termos do sistema (lidos por; lidos desde; criados por; atualizado por; atualizado desde; etc).
16)	INTERAÇÃO	Acesso à experiência dos demais integrantes em projetos anteriores.	Verificação se a tarefa já foi feita antes (e como foi feita, quanto tempo levou, etc).	3,28	PA	NA	O Wf registra o período de realização de cada tarefa, que pode ser exportado para o <i>MS-Project</i> , a fim de que se obtenha o cronograma praticado.
17)	INTERAÇÃO	Que o sistema não requeira treinamento intensivo e extensivo para seu manuseio.	Intensivo: muita carga horária concentrada. Extensivo: por um longo período de tempo.	3,98	PA	TO	O tempo para criação de um Wf é muito maior do que o necessário para uma estrutura de dados no BSCW. A duração do treinamento oferecido aos usuários foi de 6 horas para Wf, contra 1.5 horas para o BSCW.
18)	INTERAÇÃO	Otimizar o processo de elaboração e atualização de cronogramas.	Ocorre, atualmente, muita perda de tempo para realização dessas tarefas.	3,66	PP	NA	Através de exportação para o <i>MS-Project</i> , o Wf permite atualizar a duração das etapas já concluídas do cronograma, que precisa estar de acordo com o fluxo de trabalho implementado (mesmos nomes das etapas).

ITEM	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICADO (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
19)	INTERAÇÃO	Realizar reuniões virtuais com recursos multimídia (áudio e vídeo) com a empresa parceira.	Reduzir o tempo gasto com deslocamentos.	2,70	NA	GP	O BSCW oferece suporte para reuniões virtuais, que podem ser feitas face-a-face ou através de ferramentas para comunicação síncrona (videofone, <i>Enhanced CU-SeeMe</i> , <i>Microsoft Netmeeting</i> , <i>Netscape Conference</i> , <i>Intel ProShare</i> , dentre outras).
20)	INTERAÇÃO	Acompanhamento de diversas atividades em andamento, num nível macro.		3,25	TO	PA	A ferramenta de Wf estudada possui um módulo para gerenciamento de projetos, o <i>ProjectXpert</i> , que atende a essa necessidade. No BSCW, pode ser feito o acompanhamento de diversas atividades ao mesmo tempo, mas o nível de detalhamento é o mesmo apresentado a quem está desenvolvendo a atividade.
21)	INTERAÇÃO	Aumentar a interação entre as áreas do NuPES.	Preservar o caráter interdisciplinar do Núcleo.	3,49	PA	PA	Ambas tecnologias oferecem condições para a formação de equipes interdisciplinares. Porém, isso depende da visão de quem estrutura o Wf ou a área de trabalho cooperativo no BSCW.
22)	INTERAÇÃO	Facilidade para comunicação síncrona e assíncrona, internamente ao NuPES e com a equipe participante pela empresa parceira.	Exemplo: reuniões virtuais (síncrona) e <i>e-mails</i> (assíncrona).	3,47	PA	GP	O Wf oferece possibilidade da inserção de notas e comentários apenas nas tarefas previstas; os recursos para comunicação assíncrona dependem de ferramentas externas ou de implementação (<i>eTEAM</i> e <i>e-mail</i>); oferece um <i>chat</i> para comunicação síncrona. O BSCW oferece recurso para reuniões virtuais e comunicação por correio eletrônico com a equipe participante, inclusive membros externos, mas não armazena por conta própria o histórico de <i>e-mails</i> ; permite maior flexibilidade na geração de comentários.
23)	INTERAÇÃO	Hierarquizar os níveis de abstração (detalhamento) dos projetos.	Evitar o desperdício de tempo com aspectos que não são relevantes para o resultado final da atividade.	2,63	NA	NA	
24)	CONFIABILIDADE	Segurança na manipulação de dados durante a realização da atividade.	Proteção contra operações equivocadas da equipe de P&D, como apagar dados por engano.	4,72	GP	GP	Como as permissões de acesso ao Wf são específicas para cada função realizada no processo, ficam minimizadas as possibilidades de execução acidental de tarefas por usuários estranhos à função. No BSCW, apenas o proprietário da pasta pode excluí-la do sistema; existe um sofisticado sistema para definição das permissões de acesso.

ITEM	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICADO (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
25)	CONFIABILIDADE	Geração de cópias de segurança dos dados durante o desenvolvimento da atividade.	Facilidade para realização de <i>backups</i> .	4,72	PP	PA	A ferramenta de Wf estudada não oferece recurso para salvaguarda de dados durante o desenvolvimento dos processos, a menos que seja envolvida a equipe de administração do sistema. O BSCW oferece a função <i>Archive</i> , através da qual é facilmente indicado pelo operador o conteúdo que se deseja armazenar, o formato do arquivo a ser gerado, e se deve haver compressão ou codificação dos dados. Além disso, é disponibilizado um link para <i>download</i> do arquivo gerado. O inconveniente da função <i>Archive</i> está nas notas e discussões, que são convertidas em arquivos texto, o que as impede de serem replicadas; as versões anteriores dos arquivos revisados são descartadas; a descrição dos itens é perdida.
26)	CONFIABILIDADE	Proteção do sistema de dados contra acesso indevido.	Exemplo: que a senha dos usuários não seja facilmente capturada na rede, para acessos externos.	4,53	TO	GP	O fato dos participantes de uma atividade amparada por Wf precisarem estar cadastrados na rede local, gera uma barreira adicional contra o acesso indevido ao sistema por elementos externos. Os administradores do servidor BSCW podem configurá-lo de maneira a aceitar conexão segura pela Internet. Isso permite que os usuários façam o acesso via https, fazendo com que os dados sejam enviados criptografados pela rede mundial de computadores, reduzindo a possibilidade de rastreamento no processo de transmissão. Na outra situação, quando o acesso é feito via http, os usuários devem estar cientes de que suas senhas trafegam em formato-texto pela Internet, podendo ser capturadas com relativa facilidade.
27)	CONFIABILIDADE	Robustez.	Que o sistema não apresente pane freqüente.	4,74	GP	PA	O BSCW, por depender da Internet, apresenta atualmente maior risco de instabilidade.
28)	CONFIABILIDADE	Que o sistema sinalize a ocorrência de inconsistências.	Exemplo: dimensionamento insuficiente de recursos para cumprir uma meta num prazo determinado.	3,56	PA	NA	Podem ser previstos campos de preenchimento obrigatório no Wf, mas é difícil avaliar a qualidade da informação inserida.

ITEM	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICADO (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
29)	CONFIABILIDADE	Que o sistema garanta acesso à versão mais atualizada de dados e informações.	As alterações de especificação e de parâmetros, ocorridas no NuPES ou na empresa, devem ficar claras para o usuário do sistema.	4,22	PA	PA	Para as duas tecnologias, a área de trabalho precisa estar adequada para recebimento da atualização dos dados e informações. Isso também vai depender da alimentação do sistema (engajamento de quem disponibiliza) e da postura de quem o acessa (engajamento do usuário).
30)	FLEXIBILIDADE	Que o sistema permita adequar a representação dos dados durante o processo.	Alteração da estrutura de trabalho com a atividade em andamento. Exemplo: incluir ou excluir tarefas do processo, após o seu início.	3,28	NA	TO	Quando o Wf é iniciado, uma cópia da sua estrutura fundamental (matriz do Wf) é convertida em processo de sistema, que permanece em execução até o encerramento da atividade. Com isso, fica prejudicada qualquer necessidade de adequação da estrutura de dados durante o desenvolvimento da atividade. De acordo com o esquema sugerido na Figura 2.7, a adequação do Wf deverá ser feita antes da próxima utilização. No BSCW, as adequações da estrutura de dados podem ser realizadas de acordo com a conveniência.
31)	FLEXIBILIDADE	Facilidade e eficácia na recuperação de dados após a conclusão da atividade (depois do arquivamento do <i>container</i>).	Para situações de aproveitamento parcial ou seqüência de atividades.	3,46	PA	PA	Como o Wf é um processo de sistema num servidor específico, a recuperação de uma atividade armazenada depende da atuação de administradores do sistema. Para o BSCW, basta a extração de um arquivo compactado, que pode ser realizada no próprio BSCW por qualquer usuário que tenha o arquivo disponível. Porém, depois do arquivamento no BSCW, as notas e discussões são convertidas em arquivos texto, que não podem ser replicados; as versões anteriores dos arquivos revisados são descartadas; a descrição dos itens é perdida.
32)	FLEXIBILIDADE	Interação com ferramentas interconectivas pré-existentes.	Intranet, por exemplo.	3,03	PA	PP	Tanto o Wf quanto o BSCW apresentam possibilidade de interação com a Intranet. Com relação ao <i>MS-Project</i> , o Wf interage parcialmente, enquanto que o BSCW não.
33)	FLEXIBILIDADE	Não sufocar a criatividade do coordenador de projeto e da equipe com excesso de estruturação.	Atividades na mesma área podem ter grau diferente de complexidade, exigindo estruturas diferentes.	3,53	PP	PA	A possibilidade de simplificação da estrutura no BSCW, através da exclusão de pastas, é maior do que no Wf, em que as tarefas precisam ser executadas para que seja dada seqüência ao processo.

ITEM	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICADO (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
34)	FLEXIBILIDADE	Funcionalidade com flexibilidade.	Garantir o mesmo nível de funcionalidade para projetos de duração, tamanho de equipe e grau de interdependência distintos, com flexibilidade.	3,19	PP	PA	A possibilidade de simplificação da estrutura no BSCW, através da exclusão de pastas, é maior do que no Wf, em que as tarefas precisam ser executadas para que seja dada sequência ao processo.
35)	FLEXIBILIDADE	Permitir a divisão do projeto em subsistemas.	Engenharia de Sistemas versus Engenharia Simultânea.	2,75	PA	PA	Depende da forma que o ambiente de trabalho é estruturado, tanto para Wf quanto para BSCW.
36)	FATORES ECONÔMICOS	Baixo custo das licenças de <i>software</i> necessárias.		4,07	PP	TO	O custo das licenças atualmente disponíveis no NuPES, especificamente para atender à ferramenta de Wf, são da ordem de U\$ 70 mil. O BSCW não apresenta custo para instalação da licença no servidor no CPDIT.
37)	FATORES ECONÔMICOS	Baixo custo para manutenção do sistema (acesso a suporte, atualizações de versão).		3,92	PP	TO	O custo do contrato anual de manutenção do sistema WorkXpert do NuPES, que permite acesso ao suporte técnico da <i>Mentor Graphics</i> e às atualizações de <i>software</i> , está na ordem de U\$ 50 mil. O BSCW não apresenta custo de manutenção.
38)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Definir competências.	Saber quem faz melhor o que.	3,43	GP	PP	Idem comentário do item 39.
39)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Contemplar indicadores (métricas).	Capturar, de maneira imparcial, valores e situações ao longo do tempo.	3,31	GP	PP	A tecnologia Wf permite o registro de parâmetros que podem alimentar um sistema de métricas, tais como: quem realizou determinada tarefa, em que período, quantas iterações foram necessárias para completar o processo. Com isso, podem ser mais bem estimados os tempos e adequados os recursos para futuras atividades. O BSCW, por não tratar de processos, não gera esse tipo de registro. Porém, o envolvimento de cada integrante do processo fica evidente para todos os participantes, através dos vetores indicativos do BSCW. Além disso, alguns dados armazenados, como as pendências resolvidas numa atividade, podem servir de parâmetro para estimativa de atividades similares.

I T E M	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICAD O (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
40)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Compreensão dos processos de desenvolvimento da empresa parceira		3,42	NA	NA	
41)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Identificação (registro) das pessoas apropriadas na empresa para solução de problemas.		3,54	PA	PA	Mesmo que estejam previstos campos nas estruturas de dados, para inserção dessas informações, haverá dependência de algum usuário para alimentar o sistema.
42)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Compreensão do processo burocrático da parceria.	Termos de cooperação, termos aditivos, relatórios para prestação de contas, etc.	2,72	PP	PP	Depende de estruturação prévia dos ambientes de trabalho.
43)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Sinalização das armadilhas do processo de desenvolvimento.		3,76	PP	PP	Depende de estruturação prévia dos ambientes de trabalho.
44)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Conhecimento de técnicas de negociação específicas para a realidade do setor / empresa com que se está planejando o projeto.	Aspectos financeiros, técnicos e administrativos.	2,87	PP	PP	Depende de estruturação prévia dos ambientes de trabalho.
45)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Conhecimento do contexto de desenvolvimento de projeto da empresa.	Cronograma, mercado alvo, preço final.	3,65	PP	PP	Depende de estruturação prévia dos ambientes de trabalho.
46)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Identificação das prioridades dentro do projeto.	Tempo, custo de desenvolvimento, custo de produção, construção de conhecimento.	4,52	PP	PP	Depende de estruturação prévia dos ambientes de trabalho.

I T E M	CATEGORIA	NECESSIDADES IDENTIFICADAS NA PESQUISA		GRAU DE IMPORTÂNCIA IDENTIFICAD O (Normalizado)	POSSIBILIDADES DE ATENDIMENTO COM AS TECNOLOGIAS ESTUDADAS NA => Não Atende; PP => Pequena Parte PA => Parcialmente; GP => Grande Parte TO => Totalmente		
		DESCRIÇÃO	COMENTÁRIO / EXPLICAÇÃO		Wf	BSCW	COMENTÁRIOS
47)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Identificação do grau de ocupação atual e futuro dos recursos humanos, para viabilizar uma melhor distribuição.		4,05	PA	NA	Embora essa necessidade não tenha sido contemplada no Wf implementado, ela pode ser atendida através do intercâmbio de dados do WorkXpert com o <i>MS-Project</i> . No BSCW, essa informação precisaria ser previamente conhecida para inserção no sistema.
48)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Aperfeiçoar o processo de gestão do conhecimento.	Manter o grupo capacitado para atuar em áreas com demanda por atividades.	3,91	NA	NA	
49)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Antecipar a identificação de necessidades do grupo, visando à tomada de decisão, para evitar problemas futuros.	Exemplo: treinamento em novas ferramentas de <i>software</i> .	3,62	NA	NA	
50)	CONHECIMENTO DA PRÁTICA	Gerenciamento efetivo de dados de projetos.	Isso transcende ao controle do fluxo de informações. Por exemplo, reaproveitar as bibliotecas e modelos de simulação, gerar bases de dados com resultados típicos.	3,80	PP	NA	Para o Wf, depende de estruturação prévia do ambiente de trabalho e de outras ferramentas externas.

4.6.1 Atendimento às Necessidades com a Tecnologia Workflow

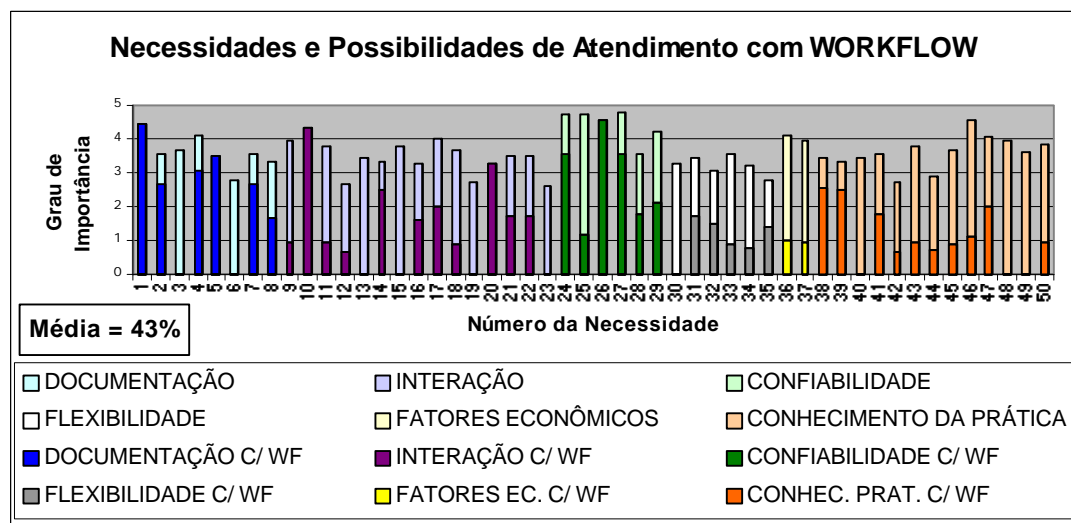


Figura 4.12 - Necessidades e suas possibilidades de atendimento com Workflow

No gráfico acima, são representadas as necessidades identificadas, em cores distintas para as 6 categorias, com os respectivos graus de importância (parte clara das barras). Sobrepostas na figura, encontram-se as possibilidades de atendimento através da tecnologia Wf (parte escura das barras), de acordo com os critérios da Tabela 4.2.

A média geral da possibilidade de atendimento dessas necessidades com a tecnologia Wf, ficou em 43%, ou seja, mais da metade dos anseios do grupo pesquisado não encontra respaldo na tecnologia Wf.

Calculando a área preenchida nas barras de cada categoria, podemos ter uma idéia da adequação da tecnologia Wf para atendimento dessas necessidades. O resultado desse processo é apresentado na Figura 4.13.

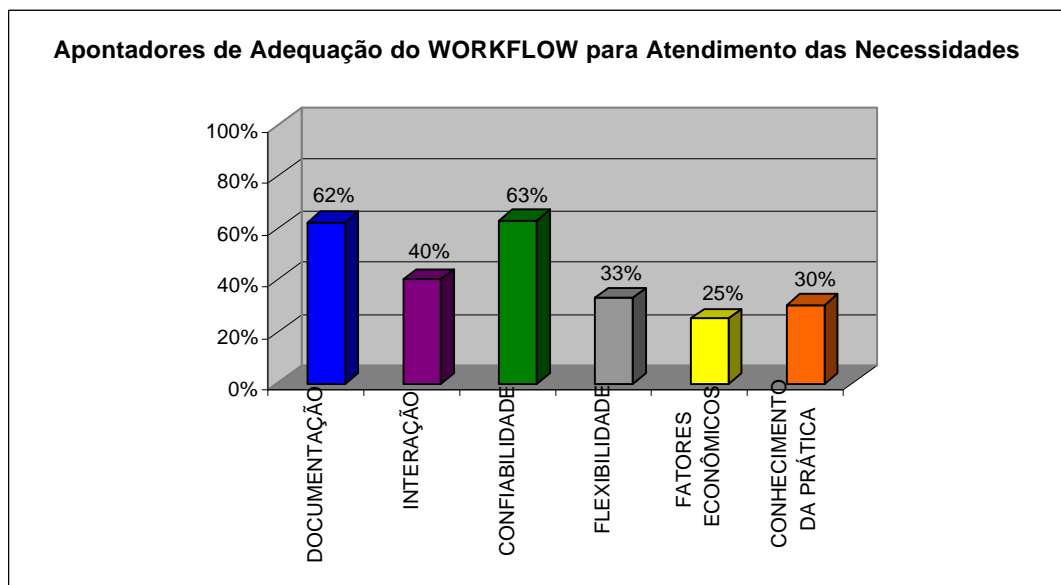


Figura 4.13 - Apontadores de adequação do Workflow para atendimento das necessidades

Observamos em destaque o potencial da tecnologia Wf nos quesitos “confiabilidade” e “documentação”.

4.6.2 Atendimento às Necessidades com a Tecnologia BSCW

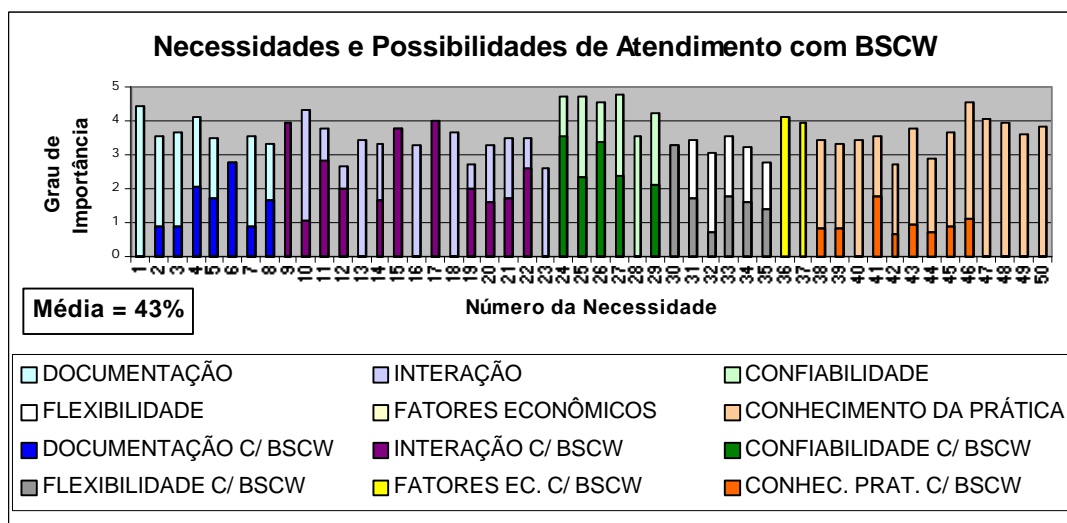


Figura 4.14 - Necessidades e suas possibilidades de atendimento com BSCW

Curiosamente, a média geral da possibilidade de atendimento das necessidades com a tecnologia BSCW, ficou no mesmo patamar da tecnologia Wf (43%). Porém, pode-se observar através de uma comparação das Figuras 4.12 e 4.14, que o enfoque de uma tecnologia é diverso da outra. Enquanto o Wf apresenta melhores indicadores de adequação

para “confiabilidade”, “documentação” e “conhecimento da prática”, o BSCW é vantajoso para “interação”, “flexibilidade” e “fatores econômicos”.

O gráfico dos apontadores de adequação do BSCW para atendimento das necessidades, ficou da seguinte forma:

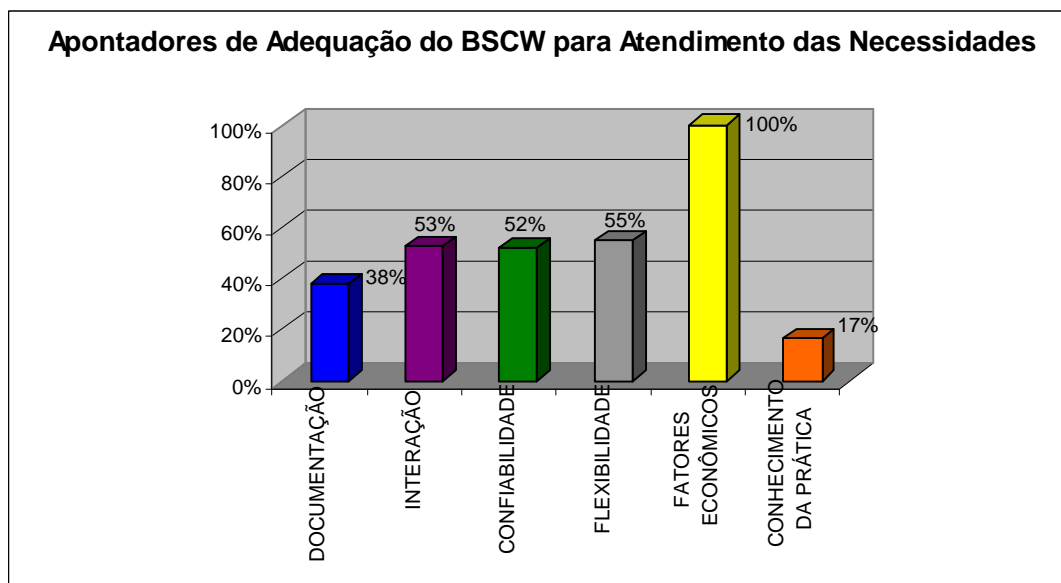


Figura 4.15 - Apontadores de adequação do BSCW para atendimento das necessidades

Esses apontadores de adequação, na categoria “conhecimento da prática”, são visivelmente menores que do Wf (17% contra 30%). Ambas tecnologias apresentam deficiências neste quesito.

É de se estranhar o baixo desempenho do BSCW na categoria “documentação” (38% contra 62% do Wf), principalmente pelo conceito que o sistema possui entre seus usuários, que está bastante associado a um “repositório de arquivos e informações”.

Adotamos como critério, para obtenção da média indicada nas Figuras 4.12 e 4.14, a soma das possibilidades de atendimento de todas as necessidades em relação à soma do grau de importância dos 50 itens, ou seja, a área com tons mais escuros na figura, dividida pela área total das barras, que representa a amplitude das necessidades. Deve-se observar que não foi feita a média em relação às porcentagens das 6 categorias, abaixo ilustradas. Se assim fosse feito, aumentaria a influência das categorias com um número menor de elementos, como é o caso de “fatores econômicos”, o que acarretaria numa elevação da média de apontadores de adequação do BSCW para 53%, contra 42% do Wf.

4.7 ABRANGÊNCIA DAS TECNOLOGIAS WORKFLOW E BSCW

Analisando as possibilidades de atendimento das necessidades com as duas tecnologias, obtemos a seguinte distribuição:

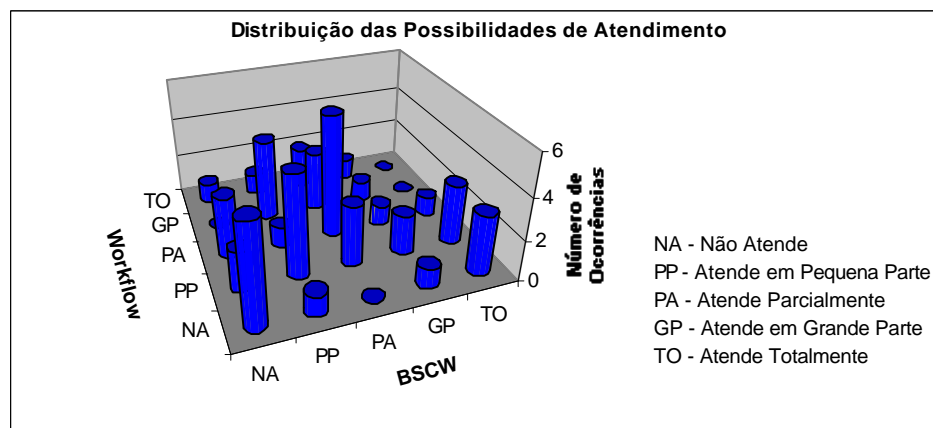


Figura 4.16 - 1ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades

Aparece em destaque na Figura 4.16, com 5 e 6 ocorrências, a faixa diagonal no intervalo entre o atendimento parcial e o não atendimento pelas duas tecnologias. Duas porções de necessidades com 3 ocorrências cada, aparecem com pleno atendimento através da tecnologia BSCW e, ao mesmo tempo, com pequeno ou nenhum atendimento com a tecnologia Wf. Por outro lado, duas porções com 3 e 4 ocorrências, aparecem atendidas em grande parte pela tecnologia Wf e, ao mesmo tempo, com atendimento parcial ou pequeno através do BSCW. Outra coluna notável, com 3 ocorrências, aparece com atendimento parcial através do Wf e nenhum atendimento com o BSCW.

Não foi registrada na pesquisa nenhuma necessidade que pudesse ser atendida totalmente pelas duas tecnologias, nem em grande parte com Wf e totalmente com o BSCW. Isso indica uma pequena similaridade das tecnologias na região de maior adequação dessa configuração, ou seja, no extremo superior direito do gráfico. Em outras palavras, apenas 1 necessidade é atendida em grande parte pelas duas tecnologias, e 1 é atendida em grande parte pelo BSCW e totalmente pelo Wf.

Pode-se também observar uma tendência antagônica entre as duas tecnologias, ou seja, 9 necessidades que são atendidas totalmente ou em grande parte com BSCW, não são atendidas ou são em pequena parte com Wf (4 colunas no canto inferior direito). Da mesma forma, 6 necessidades atendidas totalmente ou em grande parte com Wf, não são atendidas ou são em pequena parte com o BSCW (3 colunas no canto superior esquerdo).

Essa tendência pode ser constatada na Figura 4.17, que apresenta a distribuição das possibilidades de atendimento em uma superfície plana, na qual o escurecimento das cores indica maior concentração de eventos na região.

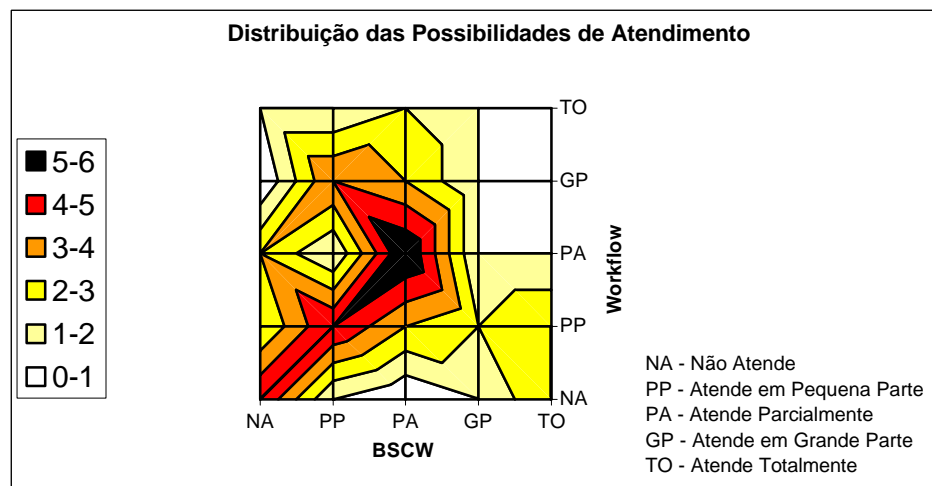


Figura 4.17 - 2ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades

A seguir, apresentamos uma tabela com a distribuição do grau de importância das ocorrências nos quadrantes possíveis para a configuração Wf versus BSCW. A escala de atendimento das necessidades é a mesma já adotada nas figuras anteriores. A cor corresponde à categoria da necessidade, de acordo com a legenda indicada.

	BSCW NA			BSCW PP			BSCW PA			BSCW GP			BSCW TO			
WF TO	4,43			4,29			3,50	3,25		4,53						WF TO
WF GP				3,53	3,55	3,43	4,08	3,30	4,74	4,72						WF GP
				3,31												
WF PA	3,28	3,56	4,05	3,03			3,33	3,49	4,22	3,47			3,98			WF PA
							3,46	2,75	3,54							
WF PP	3,66	3,80		2,72	3,76	2,87	4,72	3,53	3,19	3,74	2,69		3,95	4,07	3,92	WF PP
				3,65	4,52											
WF NA	3,41	2,63	3,42	3,68						2,70			2,75	3,74	3,28	WF NA
	3,91	3,62														
	BSCW NA			BSCW PP			BSCW PA			BSCW GP			BSCW TO			

 Documentação	 Interação	 Confiabilidade
 Flexibilidade	 Fatores Econômicos	 Conhecimento da Prática

Tabela 4.3 - Distribuição da importância em função das possibilidades de atendimento

Analisando a Tabela 4.3, verificamos que a maioria dos itens relativos à categoria “conhecimento da prática” não são, ou são em pequena parte atendidos pelo BSCW. O Wf apresenta melhores apontadores de adequação para essa categoria. Situação semelhante ocorre para a categoria “documentação”: os itens em azul estão mais concentrados do meio para o canto superior esquerdo da tabela (região em que o Wf é mais efetivo que o BSCW).

Para a categoria “interação”, os elementos aparecem bastante dispersos, mas a maior concentração está na porção inferior direita da tabela, indicando maior adequação do BSCW neste quesito. Na mesma região, concentram-se as 2 necessidades da categoria “fatores econômicos”, na qual o BSCW oferece grande vantagem em relação ao Wf.

A categoria “confiabilidade”, que possui maior grau de importância na opinião dos professores, apresenta um relativo equilíbrio quanto à distribuição de seus elementos, com ligeira tendência de melhor atendimento com a tecnologia Wf.

Para ilustrar o conteúdo apresentado na Tabela 4.3, utilizamos a Figura 4.18, apresentada a seguir.

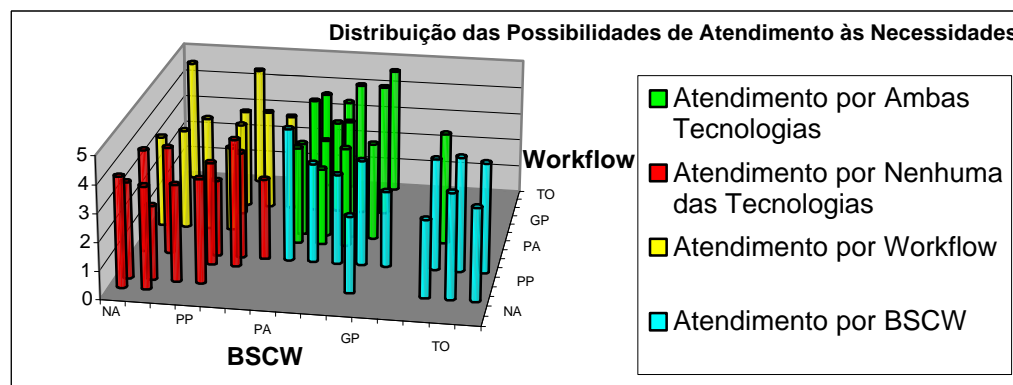


Figura 4.18 - 3ª visualização das possibilidades de atendimento das necessidades

Nesta figura, foram caracterizadas as regiões em que as necessidades encontram-se situadas, com respectivas amplitudes, dentro do espectro de atendimento com as tecnologias Wf e BSCW.

Finalizando a análise, utilizamos o seguinte critério para representação dos resultados obtidos com auxílio da teoria de conjuntos, levando em conta a Tabela 4.3:

- Região “central” (coberta pelas duas tecnologias estudadas): região superior direita, compreendendo as necessidades atendidas parcialmente, em grande parte e totalmente por ambas tecnologias;
- Região BSCW: região inferior direita, compreendendo as necessidades que são parcialmente, em grande parte ou totalmente atendidas pelo BSCW, que não são ou são em pequena parte atendidas pelo Wf;
- Região Workflow: região superior esquerda, compreendendo as necessidades que são parcialmente, em grande parte ou totalmente atendidas pelo Wf, que não são ou são em pequena parte atendidas pelo BSCW;
- Região “outras tecnologias”: região inferior esquerda, compreendendo as necessidades que não são ou são em pequena parte atendidas pelas tecnologias Wf e BSCW.

O número das células, na Figura 4.19, corresponde ao número das necessidades identificadas na pesquisa.

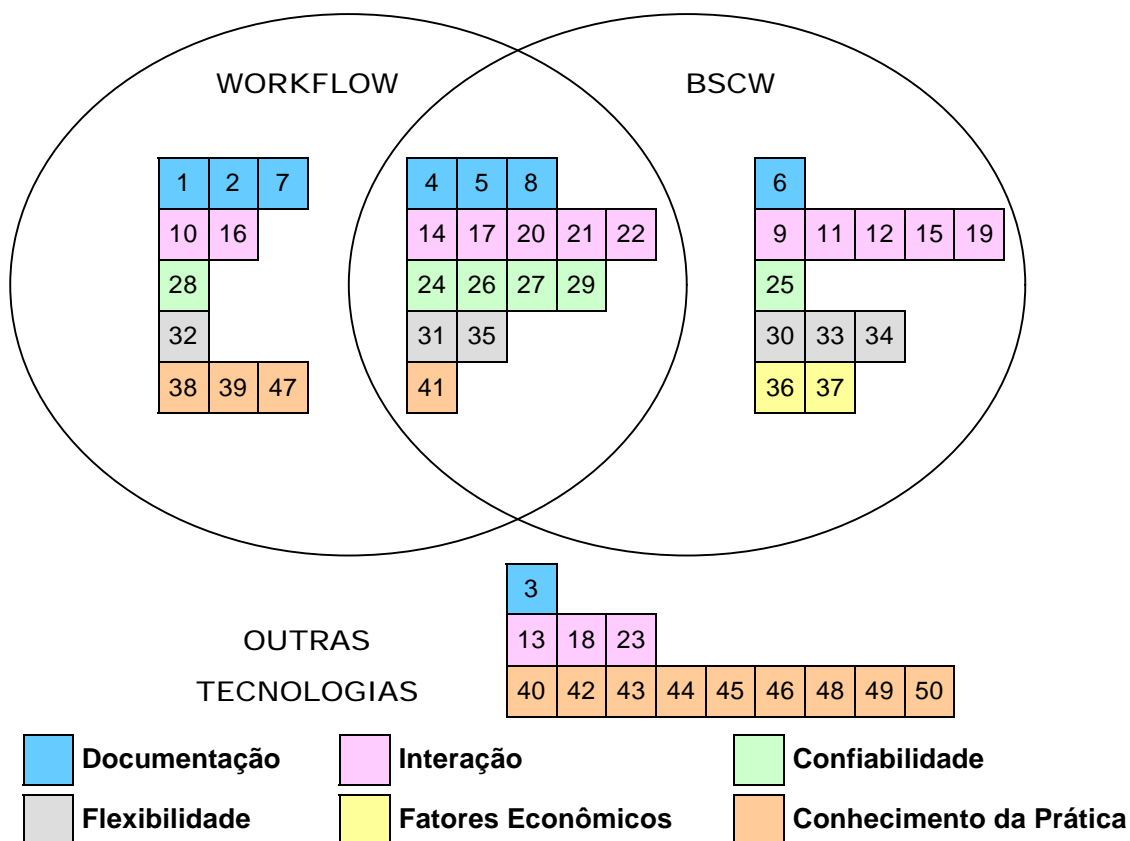


Figura 4.19 - Abrangência de Workflow e BSCW no atendimento das necessidades

Novamente, podemos evidenciar que a maioria das necessidades relativas a “conhecimento da prática” ficam de fora do contexto de atendimento com Wf e BSCW. Isso poderia ser minorizado com a aplicação, em conjunto, de outras tecnologias da área de sistemas de informação.

4.8 CONCLUSÃO

Mesmo tendo trabalhado com um número razoável de necessidades (50), percebemos que quanto mais abrangente for o mapeamento dessas, maior será a precisão das conclusões a respeito dos apontadores de adequação. Dessa forma, poderiam ser concentrados esforços, individualmente para cada categoria, na tentativa de propiciar tanto a consideração de fatores que fugiram do contexto deste trabalho, quanto um refinamento dos critérios utilizados para definição das possibilidades de atendimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram estudadas duas tecnologias específicas de *Groupware*: Workflow e BSCW. No seu contexto, puderam ser evidenciados benefícios e limitações decorrentes da utilização dessas tecnologias para gestão de atividades de P&D num ambiente de Engenharia Simultânea.

5.1 SOBRE A TECNOLOGIA WORKFLOW

As pesquisas foram iniciadas em 1998, com a análise e implantação da tecnologia Wf, que até então apresentava uma pequena repercussão no ambiente acadêmico-empresarial brasileiro. O processo de trabalho estudado envolve a área de Eletrônica.

A decisão pela aplicação da tecnologia Wf foi amparada pela disponibilidade do *software* WorkXpert, cujas licenças foram adquiridas anteriormente pela parceria NuPES-Siemens, bem como pelo nosso interesse de investigação dessa temática, associado à conveniência estratégica para NuPES, Siemens e CEFET-PR do domínio desta tecnologia.

Nestes dois anos de pesquisa, surgiram novas ferramentas⁷⁷ de Wf, predominantemente nas áreas de gestão de documentos e *E-Commerce*⁷⁸, que indicam um futuro promissor para a tecnologia, cuja disseminação ganhou fôlego com a necessidade das empresas melhor estruturarem seus processos de trabalho. A evolução da tecnologia de comunicação e da capacidade de processamento dos sistemas, projeta um cenário em que novos recursos serão associados às ferramentas de Wf, como suporte para videoconferência⁷⁹, gerenciamento de bancos de dados e, como não poderia deixar de ser, maiores facilidades para implementação e operação dos sistemas.

5.2 SOBRE A TECNOLOGIA BSCW

A consideração da tecnologia BSCW neste estudo, ocorreu a partir da coordenação de uma atividade de P&D no âmbito da parceria NuPES - Solelectron Brasil Ltda, em Julho de 2000, quando surgiu a necessidade de investigação das potencialidades da mesma como instrumento para repasse de conhecimento entre os participantes. Isso foi feito através da organização de um workshop, em Agosto de 2000, para o qual foi desenvolvido o tutorial "[Utilização Prática do BSCW](#)", que encontra-se enumerado nas referências deste trabalho

⁷⁷ Tais como o Automanager Workflow®, da Cyco, e o Keyflow Commerce®, da Keyfile Corporation.

⁷⁸ Automação eletrônica das transações de negócio.

⁷⁹ Desktop Conferencing.

pelo código [Moeckel 00b]. O objetivo foi fornecer aos participantes conhecimentos básicos necessários para uma aplicação eficiente do sistema, no contexto daquele projeto.

O BSCW desponta como um provável substituto de boa parte das funcionalidades⁸⁰ dos sistemas de informação corporativos (Intranet e Extranet), pela flexibilidade, facilidade operacional e, até aqui, baixo custo. Isso depende do aperfeiçoamento dos mecanismos de segurança do BSCW para o tráfego de dados pela Internet, de um aumento nas atuais taxas de transmissão da rede, bem como do aprimoramento da metáfora empregada na sua interface.

5.3 COMPARAÇÃO DAS TECNOLOGIAS: WORKFLOW X BSCW

5.3.1 Aspectos Positivos do Workflow

A tecnologia Wf, inicialmente explorada, apresenta os seguintes aspectos positivos, em relação ao processo convencional de gestão de projetos de P&D do NuPES.

W1+) O registro e aplicação prática dos processos de trabalho no Wf, pode facilitar o conhecimento e aperfeiçoamento destes, o que permite agilizar a integração de novos elementos às equipes, bem como reproduzir a mesma condição para execução das tarefas, independente da experiência de quem está atuando.

W2+) A disponibilidade no Wf de recursos automatizados de comunicação⁸¹, pode agilizar a interação entre os membros da equipe, através da troca de informações.

W3+) A existência de formulários específicos para entrada de informações, torna explícito para os operadores, a importância da documentação para o desenvolvimento das atividades posteriores do Wf.

W4+) O fato do Wf explorar os recursos de Intranet e Extranet, possibilita a busca automatizada de dados em outros sistemas de informação.

W5+) As diversas possibilidades de visualização de dados do Wf, permitem aos responsáveis uma visão mais fidedigna, abrangente e atualizada da atividade.

W6+) Os mecanismos para registro de eventos e a possibilidade de inserção de comentários nos itens do Wf, permite que parâmetros como o tempo para execução de determinada tarefa ou as competências necessárias para a sua viabilização, possam auxiliar na planificação e tomada de decisão em atividades posteriores, de mesma natureza.

⁸⁰ Compartilhamento / restrição de acesso a arquivos e informações, recursos para comunicação, traçabilidade de eventos, por exemplo.

⁸¹ E-mail, links para documentos descritivos, comunicação via documentos multimídia.

W7+) A criação automática de cópias de segurança ao final da execução de um Wf, facilita a salvaguarda totalizada de informações, que podem ser relevantes em aplicações futuras.

W8+) O sistema de proteção para manipulação de dados no Wf, reduz a possibilidade de perda inadvertida dos mesmos.

5.3.2 Aspectos Negativos do Workflow

Aspectos negativos da tecnologia Wf, apresentados na ferramenta estudada:

W1-) Após o início da utilização de um Wf, torna-se difícil a adequação de elementos não considerados no modelo inicial.

W2-) Não permite o registro das versões anteriores dos documentos armazenados.

W3-) As licenças disponíveis para a ferramenta de Wf limitam o número de acessos simultâneos.

W4-) Os usuários do sistema precisam possuir área de trabalho na rede local. Mesmo havendo um produto⁸² no pacote WorkXpert, que possibilita acesso ao Wf via Internet, fica prejudicado o trabalho cooperativo com parceiros que não estejam dispostos a adquiri-lo.

W5-) Custo elevado das licenças do *software*.

W6-) Custo elevado do contrato de manutenção⁸³ anual do sistema.

W7-) Não há recurso disponível para salvaguarda parcial de dados durante o desenvolvimento do processo.

5.3.3 Aspectos Positivos do BSCW

O BSCW atende um conjunto de facilidades cobertas pelo Wf, tais como a comunicação entre os membros da equipe, o armazenamento de informações, a interação com outros sistemas de informação, a visão sobre a atividade e a salvaguarda totalizada de informações (itens W2+, W3+, W4+, W5+ e W7+). Além disso, contempla outros aspectos não suportados pela tecnologia Wf:

B1+) O próprio usuário pode adequar a estrutura de dados, sem a necessidade de atuação de programadores.

B2+) A possibilidade de se trabalhar com versões de arquivos, facilita o processo de elaboração de documentos em equipe, pois fica diretamente disponível a versão mais recente, podendo ser consultado o histórico, onde ficam registradas as versões anteriores, devidamente documentadas.

⁸² ProjectXview.

⁸³ Atualizações de versão e acesso ao suporte técnico.

B3+) Acesso ao sistema, via Internet, que permite o acompanhamento da atividade por parceiros externos, como também pelos integrantes do NuPES nos momentos em que estão afastados fisicamente do ambiente.

B4+) Custo operacional zero, pois a licença para o servidor do BSCW é cedida gratuitamente para instituições de ensino, mediante solicitação, como é o caso do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia de Telecomunicações - CPDTT, do qual faz parte o NuPES. Pelo fato do acesso, local e remoto, ser realizado via browser, não há necessidade da aquisição de uma licença para cada acesso simultâneo, como ocorre com a ferramenta de Wf estudada.

B5+) Possibilidade de rápida identificação das alterações efetuadas na área de trabalho, bem como da forma como está sendo feito o acompanhamento pelos demais participantes, através de vetores indicativos personalizados.

5.3.4 Aspectos Negativos do BSCW

Limitações observadas para a tecnologia BSCW:

B1-) Não permite o mapeamento e aperfeiçoamento do processo de trabalho (seqüência das atividades), empregado no desenvolvimento dos projetos.

B2-) Não possibilita registro de duração dos eventos, o que dificulta a obtenção de dados para elaboração de um sistema de métricas.

B3-) A manutenção da consistência das permissões de acesso, que reflete diretamente na segurança dos dados do BSCW, exige uma constante atuação do coordenador da atividade. Além disso, foram observados casos em que arquivos adicionados ao sistema foram corrompidos no processo de transferência. Isso exige atenção dos usuários, para verificação da integridade dos arquivos após a sua inserção no sistema.

B4-) A senha dos usuários do BSCW trafega em formato texto pela rede mundial, sem que seja criptografada, o que pode ocasionar problemas de segurança, a menos que seja usado protocolo de conexão segura.

5.3.5 Conclusões sobre a Comparação Workflow x BSCW

Embora a tecnologia Workflow tenha obtido melhores indicadores no estudo realizado acerca de confiabilidade, documentação e conhecimento da prática, essa tecnologia apresentou traços cartesianos muito fortes no seu modelo, como a organização de processos altamente determinística. Além disso, o Wf não apresenta a flexibilidade que vem sendo esperada na sua aplicação. Isso foi comprovado no ambiente pesquisado, para a gestão de atividades de P&D (vide indicadores na Figura 4.13).

O BSCW, sendo menos determinístico que o Wf, apresenta maior flexibilidade e melhores condições para que ocorra interação dos participantes no ambiente de trabalho cooperativo.

Dessa forma, sugere-se a aplicação do BSCW nas situações em que as duas tecnologias não possam ser utilizadas de maneira complementar, ou naquelas em que o fator econômico seja decisivo na escolha. Esta sugestão não é livre de consequências. A flexibilidade e a interação próprias do BSCW, pedem profissionais com perfis distintos daqueles acostumados com processos determinísticos. A cultura corporativa, assim como os modelos de gestão de pessoal ou política funcional, terão influência na maneira como os profissionais assimilam tal tipo de tecnologia. Essa dimensão sociológica e psicológica do problema, foge do escopo deste trabalho, e será uma das suas limitações. O desenvolvimento de outros trabalhos de pesquisa, que aprofundem a compreensão sobre estas dimensões, caracterizadoras da vertente interdisciplinar do problema, poderão ampliar a sua compreensão.

Ferramentas para gerenciamento de projeto, como o MS-Project, que permite evidenciar seqüências de etapas e prever tempos de duração, poderiam ser empregadas em conjunto com o BSCW, ampliando a sua capacidade de ação.

5.4 CONTRIBUIÇÕES

Foram encaminhadas, para a *Mentor Graphics*, sugestões para eliminação de erros em futuras versões da ferramenta de Wf, através do *Defect Report* 180703.

O CEFET-PR, através do CPDTT, adquiriu *know-how* sobre o uso das tecnologias Wf e BSCW, no contexto da EngS, que lhe permitem:

- a) otimizar processos de P&D;
- b) oferecer cursos e consultoria para a comunidade, acerca de Wf e BSCW;
- c) auxiliar o processo de implantação da Qualidade;
- d) racionalizar o uso de recursos (*software*, equipamentos e pessoal).

Mais de 20 alunos de graduação tiveram contato com pelo menos uma das tecnologias estudadas, através das experiências realizadas e dos workshops oferecidos;

Treze professores dos departamentos de Mecânica, Eletrônica, Informática e Desenho Industrial, participantes do NuPES, puderam tomar contato com as tecnologias, podendo abordá-las em suas atividades acadêmicas.

A atuação num ambiente de pesquisa e desenvolvimento com as tecnologias de Wf e BSCW, propiciou a publicação de 2 artigos, em âmbito local e internacional, além da

criação de tutoriais didáticos sobre as duas tecnologias, disseminados através de workshops.

5.5 TRABALHOS FUTUROS

É importante que sejam determinados parâmetros que facilitem a análise e tomada de decisão no que se refere à escolha das tecnologias de *Groupware*. Um esboço neste sentido foi apresentado através do quadro comparativo (Tabela 4.3 e Figura 4.19), que deve ser aprimorado e estendido a outras tecnologias de *Groupware*.

Uma das principais vertentes deste trabalho foi a determinação de um instrumento preditivo, para analisar a adequação de duas tecnologias específicas a um ambiente particular de trabalho. É importante que esse instrumento, assim como as conclusões que nos permitiu chegar, sejam avaliados de forma objetiva. Para isso, será necessária a aplicação de ambas tecnologias à mesma situação-problema, com equipes de perfil compatível, para que os resultados observados no desempenho das mesmas possam ser comparados.

Este trabalho pôde evidenciar que as tecnologias Wf e BSCW não representam, isoladas ou em conjunto, uma solução eficaz para o problema da gestão de projetos em ambientes de Engenharia Simultânea. Dessa forma, são oportunos estudos que avaliem Workflow e BSCW associados a ferramentas para gerenciamento de projetos (MS-Project, por exemplo) e gerenciamento de dados de projeto (PDM), a fim de identificar uma configuração de tecnologias que permita melhores apontadores de adequação.

Considerando a evolução recente das formas de apoio à interação via Internet, através do novo paradigma da realidade virtual, torna-se interessante o estudo de conceitos como VRML⁸⁴ (*Virtual Reality Modeling Language*), CVEs⁸⁵ (*Collaborative Virtual Environment*) e Tele-Imersão⁸⁶.

No âmbito acadêmico, especificamente na Pós-Graduação, mostra-se interessante a aplicação das tecnologias de *Groupware* no processo de interação orientado-orientador.

Nesse momento, não poderíamos deixar de considerar as várias áreas do conhecimento e temas de pesquisa que contribuem para a riqueza e complexidade do problema da gestão de P&D em ambientes de EngS, que não fizeram parte do escopo deste trabalho:

84 Linguagem para Modelamento de Realidade Virtual, utilizada para a publicação de páginas Web tridimensionais, que permite ao usuário definir mundos estáticos e animados, e interagir com estes mundos.

85 Ambientes Virtuais Colaborativos, que representam a simulação de um mundo real ou imaginário, no qual os usuários presentes podem interagir com objetos e outros usuários.

86 Objetiva fazer com que o usuário se sinta fisicamente presente em um ambiente remoto, virtual ou não.

- Teoria da atividade. Identificação de artefatos, divisão de trabalho e regras sociais existentes num ambiente de EngS.
- Comunidades de prática. Como a integração de novos estagiários é dificultada pela estrutura de equipes multifuncionais.
- Antropologia / Sociologia. Relações de poder e busca de identidade em grupos com alta rotatividade de pessoal. Negociação intercultural (tomada de decisão entre representantes da academia e da empresa).
- Filosofia. Dimensão humana, qualidade de vida e processos altamente tecnológicos.
- ISHC. Desenvolvimento de interfaces (adaptadas a prática de EngS) como elementos de facilitação da socialização do conhecimento.
- Gestão do conhecimento. Desenvolvimento de métodos para auxiliar a análise, identificação, salvaguarda, valorização e reuso de conhecimento em equipes que trabalhem com EngS.

ANEXOS

- Anexo 1 - [Fluxo de Trabalho para o Desenvolvimento de PCI's pelo NuPES](#)
- Anexo 2 - [Board Process Development](#)
- Anexo 3 - [Fluxo de Trab. para o Desenv. de Ativ. com a Participação do NuPES](#)
- Anexo 4 - [Fluxo para Captura / Layout / EMC / Análise Térmica - Versão Macro](#)
- Anexo 5 - [Análise Térmica](#)
- Anexo 6 - [Análise de Caminho Crítico](#)
- Anexo 7 - [Análise de EMC nos Sinais Críticos](#)
- Anexo 8 - [Análise de Crosstalk e Casamento de Impedância Pós-Layout](#)
- Anexo 9 - [Análise de Emissão Pós-Layout](#)
- Anexo 10 - [Fluxo Final](#)
- Anexo 11 - [Cronograma da Atividade de P&D Estudada](#)
- Anexo 12 - [Resultado da 1ª Etapa da Coleta de Dados](#)
- Anexo 13 - [Resultado da 2ª Etapa da Coleta de Dados](#)
- Anexo 14 - [Normalização das Importâncias Atribuídas pelos Professores](#)
- Anexo 15 - [Relacionamento das Necessidades com a Norma ISO9000](#)
- Anexo 16 - [Considerações Realizadas pelos Professores Durante a Coleta de Dados](#)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[AgP 00]

AgP. Ambiente de aprendizagem baseado em portfólios usando arquitetura multi-agentes. <http://www.agp.ainfo.cefetpr.br/agp/agp.html> & <http://www.ppgia.pucpr.br/~fernanda/agp/> (versão: out. 2000).

[Baresi 99]

BARESI, L. et. al. **WIDE workflow development methodology**. In: Proceedings of the international joint conference on work activities coordination and collaboration. San Francisco, California : 1999.

[Barthelmess 96]

BARTHELMESS, P. **Sistema de Workflow** : análise da área e proposta de modelo. Campinas, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – DCC, UNICAMP.

[Bentley 95]

BENTLEY, Richard. **Supporting collaborative information sharing with the world wide web** : the BSCW shared workspace system. Boston : 1995.

[Bentley 97]

BENTLEY, Richard et al. **Basic support for cooperative work on the world wide web**. In: International journal of human-computer studies, 1997.

[Borges 94]

BORGES, Marcos R. S; ARAÚJO, R. M. **Quorum - um SSDG para o desenvolvimento de software**. In: VIII Brazilian symposium on software engineering, 1994.

[Borges 95]

BORGES, Marcos R. S. et al. **Suporte por computador ao trabalho cooperativo**. In: Jornada de atualização em informática : Congresso nacional da SBC. Canela : 1995.

[Borsato 99]

BORSATO, M. **A collaborative work between academia and industry** : the concurrent engineering laboratory. In Proceedings of the 6th National Conference on Product Design Education – The Continuum of Design Education, ed. by Juster, N. P., Glasgow : 1999. p. 213-220.

[Brooke 93]

BROOKE, J. **User interfaces for CSCW systems**, in CSCW in practice : an Introduction and case studies, Dan Dapier e Colston Sanger (eds.), Springer-Verlag : 1993.

[Bull 92]

Bull Corporation, Paris, France. **FlowPath Functional Specification**, September 1992. In: BARTHELMESS, P. **Sistema de Workflow** : análise da área e proposta de modelo. Campinas, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – DCC, UNICAMP.

[Cruz 98]

CRUZ, Tadeu. **Workflow** : A tecnologia que vai revolucionar processos. São Paulo : Atlas, 1998.

[Dahlman 94]

DAHLMAN, Carl. **Os países em desenvolvimento e a terceira revolução industrial**. In: VELLOSO, João Paulo dos Reis; MARTINS, Luciano. (coords.) **A nova ordem mundial em questão**. Rio de Janeiro : J. Olympio, 1994.

[Drucker 95]

DRUCKER, Peter F. **Entrevista a Clayton Netz e Sandra Carvalho**. In: Exame Entrevista, São Paulo : Ed. Especial, dez. 1995. p. 32-35

[Ermine 96]

ERMINE, Jean-Louis. **Les systèmes de connaissances**. Paris : Hermès, 1996.

[Ferreira 95]

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário básico da língua portuguesa**. São Paulo : Nova Fronteira, 1995.

[Forsberg 98]

FORSBERG, A. et al. **Seamless interaction in virtual reality**. IEEE computer graphics and applications. nov-dec. 1997, p. 6-9.

[Georgakopoulos 95]

GEORGAKOPOULOS, D. **An overview of workflow management** : from process modelling to workflow automation infrastructure. D. P. Database, 1995.

[Gil 94]

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo : Atlas, 1994. p. 43-51.

[Hronec 94]

HRONEC, Steven M. **Sinais vitais**. São Paulo : Makron Books, 1994.

[Hughes 92]

HUGHES, J. A. et al. **Faltering from ethnography to design**. In: 4th conference on computer-supported cooperative work, nov. 1992.

[IDA 88]

IDA. **Concurrent engineering**. Institute of Defense Analysis, 1988.

[Johnson-Lenz 89]

JOHNSON-LENZ, Peter and Trudy. **Humanizing Hyperspace** : Hyperspace is the new media frontier, and these pioneers are working to develop a more human way of living there. In: The ecology of media, In Context, Fall : 1989.
<http://www.context.org/ICLIB/IC23/JnsnLenz.htm> (versão: Jun. 2000).

[Johnson 98]

JOHNSON, A. et al. **The NICE project** : learning together in a virtual world. In: Proceedings of VRAIS'98. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California : 1998.

[Kobielus 97]

KOBIELUS, James G. **Workflow strategies**. Foster City : IDG Books, 1997.

[Khoshafian 95]

KHOSHAFIAN, Setrag, BUCKIEWICZ, Marek. **Introduction to groupware, workflow and workgroup computing**. New York : John Wiley, 1995.

[Koulopoulos 95]

KOULOPOULOS, Thomas M. **The workflow imperative**. New York : ITP Books, 1995.

[Manganelli 94]

MANGANELLI, Raymond; KLEIN, Mark. **Reengineering handbook**: a step-by-step guide to business transformation. New York : Amacom, 1994.

[Marcovitch 90]

MARCOVITCH, Jacques. **Tecnologia e competitividade**. In: Ciclo modular do PROTAP. módulo II. sessão C&T e a geopolítica mundial. São Paulo : USP/FEA/IA, 1990.

[Marock 98]

MAROCK, J. **BSCW** : Basic support for cooperative work: Version 3.2 Manual. OrbiTeam Software GmbH. <http://www.bscw.gmd.de> (versão: Set. 1998).

[Moeckel 98a]

MOECKEL, Alexandre. et. al. **O estágio atual de desenvolvimento e tendências de cinco segmentos industriais da Região Metropolitana de Curitiba**. Relatório de Pesquisa. Curitiba : CEFET-PR, 1998.

[Moeckel 98b]

MOECKEL, Alexandre. et. al. **Alterações no ambiente de negócios e seu impacto nas empresas**. Revista educação & tecnologia v.3, p.161-169. Curitiba : CEFET-PR, 1998.

[Moeckel 98c]

MOECKEL, Alexandre; MYKOLAYCZKY, J. L., RUBIRA, L. H. **Utilização de ferramentas computacionais para auxílio na condução de projetos**. In: Anais do III seminário de iniciação científica e tecnológica do CEFET-PR. Curitiba : PIBIC/CNPq, 1998.

[Moeckel 99]

MOECKEL, Alexandre; et. al. **Workflow in a educational institution and private company partnership with WorkXpert assistance**. In: Proceedings of 16th annual Mentor Graphics users group conference : designing for the new millennium. Portland, Oregon : 1999.

[Moeckel 00a]

MOECKEL, Alexandre; NOVAES, P. J. D; GARIB, G. **Criação e utilização de workflows com a ferramenta Mentor Graphics WorkXpert**. Procedimento Técnico. Curitiba : CEFET-PR, 2000.

[Moeckel 00b]

MOECKEL, Alexandre. **Utilização Prática do BSCW**. In: Workshop NuPES. Curitiba : CEFET-PR, 2000.

[Orlikowski 97]

ORLIKOWSKI, Wanda J. **Learning from Notes** : organizational issues in groupware implementation. In: RUGGLES, Rudy L. (editor). **Knowledge management tools**. Newton, MA : Butterworth-Heinemann, 1997.

[Parker 95]

PARKER, Glenn M. **O poder das equipes** : um guia prático para implementar equipes interfuncionais de alto desempenho. Rio de Janeiro : Campus, 1995.

[Passos 96]

PASSOS, Carlos A. K. **Indústria brasileira e globalização** : alguns dos desafios a enfrentar. Curitiba : CEFET-PR, 1996.

[Pierce 97]

Pierce, J. S; Forsberg, M. **Image plane interaction techniques in 3D immersive environments**. In: Proceedings 1997 symposium on interactive 3d graphics. <http://www.cs.cmu.edu/~stage3/publications/97/conferences/3DSymposium/HeadCrusher/index.html> (versão: out. 2000).

[Porter 93]

PORTER, Michel. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro : Campus, 1993.

[Robbins 97]

ROBBINS, Harvey. **Por que as equipes não funcionam**. Rio de Janeiro : Campus, 1997.

[Santos 98]

SANTOS, Neide; FERREIRA, Heloísa. **Aprendizagem cooperativa distribuída na Biblioteca Kidlink-Brasil**. In: Revista brasileira de informática na educação. Ano 1, nº 2. jun. 1998.

[Setti 99]

SETTI, M. O. G. **Especificação de workflows em WPD L a partir de sua representação gráfica**. Curitiba, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – CPGEI, CEFET-PR.

[Shneidermann 98]

SCHNEIDERMAN, B. **Design the user interface** : strategies for effective human-computer interaction. 3. ed. Addison-Wesley. 1998.

[Smith 91]

SMITH, P.G. **Developing products in half the time**. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991.

[Szalavári 97]

SZALAVÁRI, Z; GERVAUTZ, M. **The personal interaction panel** : a two-handed interface for augmented reality. In: Proceedings of eurographics'97. Budapest, Hungary : sept. 1997.

[Tiberti 96]

TIBERTI, A. J. **Desenvolvimento de um sistema gerenciador de fluxo de trabalho para um ambiente de suporte a atividades de engenharia**. São Carlos, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - EESC, USP.

[Vasconcellos 92]

VASCONCELLOS, Eduardo (coord.). **Gerenciamento da tecnologia** : um instrumento para a competitividade empresarial. São Paulo : Ed. Blucher, 1992.

[Weske 99]

WESKE, Mathias. et. al. **A reference model for workflow application development processes**. In: Proceedings of the international joint conference on work activities coordination and collaboration. San Francisco, California : 1999.