

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

EDSON DUMMER

**Um Projeto de Gestão e Engenharia de
Conhecimento para Controle da Produção:
um estudo de caso na fabricação de papel.**

Trabalho de Conclusão submetido à avaliação
como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre
em Informática

Profa: Mara Abel
Orientadora

Porto Alegre, setembro de 2003.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Dummer, Edson

Um Projeto de Gestão e Engenharia de Conhecimento para Controle da Produção / Edson Dummer. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2003.

82f.: il.

Trabalho de Conclusão (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2003. Orientadora: Mara Abel.

1. Gestão do Conhecimento. 2. Engenharia de Conhecimento. 3. Metodologia CommonKADS 4. Monitoração de Processo Contínuo. I. Abel, Mara II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Profa. Wrana Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Profa. Jocélia Grazia

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Olivier Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

Dedicatória

Dedico este trabalho para todos os colegas da Celupa que, sem medir esforços, contribuíram para coleta das informações deste estudo de caso. Não poderia esquecer de fazer uma dedicatória especial para o Sr. Roberto de Freitas Lobato e o Sr. José Carlos Cordeiro, pelo seu incentivo e apoio durante este longo tempo de convivência.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço minha orientadora, professora Mara Abel, por sua ajuda, apoio e paciência durante o período de orientação. Obrigado Mara, os momentos mais enérgicos foram necessários para que eu percebesse a importância de continuar e vencer mais esta etapa da minha vida.

De uma forma muito especial e carinhosa quero agradecer minha esposa Susana por sempre estar perto de mim apoiando, incentivando e possibilitando que eu tivesse a maior tranquilidade possível para concluir este trabalho. Seu apoio e compreensão apenas confirmam o que eu já sabia, você é uma mulher maravilhosa, uma excelente mãe e uma esposa fantástica.

Mesmo que neste momento não seja possível meu filho Gabriel compreender, gostaria de registrar meu pedido de desculpas pelas horas que não dediquei para ele em seus primeiros meses de vida em virtude do trabalho de conclusão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	11
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Problema e Solução	17
1.2 Visão Geral da Metodologia CommonKADS	18
2 GESTÃO DE CONHECIMENTO.....	21
3 ENGENHARIA DE CONHECIMENTO.....	27
3.1 Aplicações dos Sistemas de Conhecimento.....	29
3.2 Ferramentas para Engenharia de Conhecimento	31
4 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.....	35
4.1 Entrevistas.....	35
4.2 Análise de Protocolos	36
4.3 Observação.....	36
4.4 Repertory Grid	37
5 METODOLOGIAS PARA ENGENHARIA DE CONHECIMENTO.....	40
5.1 Metodologia CommonKADS	40
5.2 O enfoque PROTÉGÉ II.....	44
5.3 A Metodologia MIKE.....	45
6 ESTUDO DE CASO CELUPA.....	48
6.1 As Famílias de Produtos	50
6.2 O Processo de Produção.....	50
6.3 Aquisição de Conhecimento.....	52
6.3.1 Entrevista Retrospectiva.....	52
6.3.2 Análise de Protocolos	52
6.3.3 Observações.....	52
6.3.4 Repertory Grid.....	53
7 CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DA ORGANIZAÇÃO.....	55
7.1 Os Modelos da Organização	55
7.2 O Modelo da Tarefa	63
7.3 O Modelo do Agente.....	66
7.4 Impactos e Melhorias na Organização	66
7.5 O Modelo de Comunicação.....	68
8 CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	73

ANEXO A PROPRIEDADES DO PAPEL E SUA SUBDIVISÃO EM FAMILIAS.....	76
ANEXO B PLANILHA DE REGISTRO DAS AÇÕES PARA CORREÇÃO DE PROBLEMAS.....	78
ANEXO C PLANILHA DE APONTAMENTO DOS TESTES FÍSICOS.....	79
ANEXO D PROCESSO PRIMÁRIO E PROCESSO SECUNDÁRIO DA ORGANIZAÇÃO.....	80
ANEXO E INFERÊNCIA DE COMMONKADS PARA O MODELO DE MONITORAÇÃO.....	81
ANEXO F INFERÊNCIA DE COMMONKADS PARA O MODELO DE REPARO.....	82
ANEXO G TAREFA DE DIAGNÓSTICO NO PLANO DE COMUNICAÇÃO..	83
ANEXO H ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CELUPA.....	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: O ciclo da Gestão de Conhecimento	22
Figura 2.2: Processo da Gestão de Conhecimento.	25
Figura 5.1: O conjunto de modelos da metodologia CommonKADS.	41
Figura 5.2: Modelo da Organização	43
Figura 5.3: Ontologias e métodos de solução de problemas em PROTÉGÉ II.....	45
Figura 6.1: Processo de produção de papel	51
Figura 7.1: Estrutura dos agentes do domínio	57
Figura 7.2: Modelo de Comunicação da Celupa	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Classes de problemas intensivos em conhecimento.	29
Tabela 3.2: Evolução das intranets	33
Tabela 4.1: <i>Repertory Grid</i>	37
Tabela 6.1: <i>Repertory Grid</i> para extrair o conhecimento dos agentes da Celupa	53
Tabela 7.1: OM-1 Identificando problemas e oportunidades na Organização	55
Tabela 7.2: OM-2 Descrição dos aspectos organizacionais	56
Tabela 7.3: OM-3 Descrição dos processos em termos de tarefas e suas composições.	58
Tabela 7.4: OM-4 Descrição dos componentes do conhecimento no modelo da organização.....	59
Tabela 7.5: OM-5 Itens de verificação para viabilidade do documento de decisão.....	61
Tabela 7.6: OM-6 Definição das medidas de sucesso.....	62
Tabela 7.7: TM-1 Descrição detalhada das tarefas dentro dos objetivos dos processos.....	63
Tabela 7.8: TM-2 Especificação do conhecimento empregado na tarefa.....	65
Tabela 7.9: AM-1 Especificação do Agente.....	66
Tabela 7.10: OTA-1 Lista de verificação dos impactos e melhorias do documento de decisão.	67
Tabela 7.11: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.....	68
Tabela 7.12: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.....	68
Tabela 7.13: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.....	69

Resumo

Gestão de conhecimento busca criar, adquirir, compartilhar e utilizar ativos de conhecimento produzidos ou dispersos na organização, de forma a garantir o controle pela organização de um importante componente de seu produto ou serviço. A engenharia de conhecimento fornece os instrumentos que permitem identificar as fontes de conhecimento, e ajuda a extrair e modelar esse conhecimento, quando de fontes humanas, de forma a utilizá-lo de forma independente das pessoas.

Este trabalho apresenta um estudo de caso no desenvolvimento de um projeto de gestão de conhecimento para a área de produção de uma empresa que atua na fabricação de papel, com um modelo de processo contínuo. O modelo de produção é particularmente interessante pelo fato de sofrer permanente monitoração e eventuais ações de reparo, cujo efeito será sentido apenas no final do processo produtivo. Ações erradas ou ineficientes acarretam significativas perdas de produto, com grande impacto no ganho da empresa.

O objetivo deste trabalho é a identificação dos conhecimentos envolvidos na detecção de desvios de padrão no processo produtivo e nas ações de reparo para produção de papel. A partir do estudo do processo e da identificação dos insumos de conhecimento, foi proposto um modelo da área de produção onde são mapeados os ativos de conhecimentos, os processos e agentes que utilizam esses conhecimentos. Esse modelo foi racionalizado de forma a otimizar a utilização do conhecimento e homogeneizar o processo de solução de problemas de acordo com o padrão desejado pela empresa. A Metodologia CommonKADS foi utilizada para conduzir o desenvolvimento desse modelo.

Esse trabalho demonstrou que a tarefa de monitoração e reparo da linha de produção utiliza conhecimentos tácitos ou não estruturados para a solução de problemas, juntamente com o conhecimento explícito obtido através de treinamento ou orientação da organização. Como resultado, a qualidade da solução será diferente dependendo do agente responsável pela monitoração naquele momento. Através das técnicas de entrevistas, análise de protocolo, observações e *repertory grid*, esses conhecimentos foram explicitados e formalizados, sendo disponibilizados como normas para todos os agentes, atingindo uma desejável homogeneidade no processo produtivo que leva a diminuição do refugo de produção.

A suite de modelos da organização, tarefa, comunicação e agentes de Common KADS foi avaliada como ferramenta de suporte à identificação e formalização dos insumos de conhecimento da organização. Foi proposto um modelo OM-6 a ser incluído como um modelo da organização para avaliação dos procedimentos de correção. O modelo obtido é a etapa inicial para o projeto de um sistema de conhecimento que automatize a tarefa de monitoração e reparo do processo de produção de papel.

Palavras-chave: gestão de conhecimento, engenharia de conhecimento metodologia CommonKADS, monitoração de processo contínuo

A Knowledge Engineering and Management Project: an study in paper production.

Abstract

Knowledge management aims to create, acquire, share and employ knowledge issues produced or disseminated in the organisation, in order to guarantee the full control over an important component of the organisation product and service. Knowledge engineering provides adequate tools to identify the knowledge sources and helps in extracting and modelling the knowledge, allowing to be employed in human independent way.

This work presents the results of a detailed study about the development of a knowledge management project for a production area in a filter paper factory, whose production line is carry out as a continuous process. The production model is particularly interesting because the process demands continuous and permanent monitoring, but the effectiveness of the corrective actions can be perceived only in the final stage of the production process. Wrong actions cause significant amount of the product rejection with strong impact in the company returns.

The goal of this study is identifying the knowledge applied by agents in detecting pattern deviation in the production process and in the repair actions during the paper production. A model of the production area, mapping knowledge issues, agents and tasks, was proposed from the acknowledgement of the process and the knowledge assets. This model was rationalised in order to improve the effectiveness of the knowledge application and guarantee an homogeneous problem-solving process, according to the company standard. The CommonKADS methodology defines the model development.

This work demonstrates that, during the monitoring and repair task, the agents apply tacit unstructured knowledge, besides the explicit knowledge acquired through training into the organisation, to achieve the solution. The result will be a dependence between the agent and the quality of the production. These knowledge were made explicit and formalised through the use of interviews, protocol analysis and repertory grid, and was further shared as norms to the whole team of agents. These norms provide a desirable homogeneity in the production process leading to a reduction on the production refuse.

The CommonKADS model suit – organisation, task, communication and agent models – was evaluated as a supporting tool to the identification and formalisation of organisation knowledge. An additional model, called OM-6, was proposed as an extension to the CommonKADS suit to support for valuation of the correction procedures. The obtained organization model is the first step in a knowledge system project for the automation of the monitoring and repair tasks in the paper production process.

Keywords: Knowledge management, knowledge engineering, CommonKADS methodology, continuous process monitoring

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção atuais estão constantemente sofrendo alterações para melhorar sua eficiência e velocidade de fabricação, com a aquisição de máquinas e equipamentos que permitam tais melhorias.

Os processos de produção, de uma forma geral, podem ser classificados de duas formas quanto ao seu tipo de processo:

- 1 – Processo de Fabricação Seriado
- 2 – Processo de Fabricação Contínuo

Os Processos Seriadados são aqueles que sempre vão estar manufaturando uma determinada peça ou componente, sem grandes alterações durante o seu processo de produção. O processo é muito bem controlado, sendo que a linha de um processo seriado pode ser desligada caso algum problema mais grave ocorra.

Os Processos Contínuos caracterizam-se por não poderem ser paralisados durante a produção. São processos que utilizam grandes quantidades de matéria prima. No caso de parada, dependendo do processo produtivo, as perdas podem ser significativas. O controle das propriedades em uma produção contínua é um fator crítico para o sucesso da produção, pois todos os aspectos que podem influenciar no seu funcionamento devem ser cuidadosamente avaliados.

A fabricação de papel é um processo contínuo em toda a sua execução, uma vez que todas as suas fases de produção estão relacionadas e são interdependentes. Em uma linha de produção de papel existem diversos fatores que podem influenciar na qualidade do produto. Caso algum destes fatores não estejam corretamente controlados, certamente todo restante da linha estará comprometida quanto à qualidade do produto final.

A Gestão de Conhecimento aplicada em um processo de fabricação contínua, mais especificamente na produção de papel, pode auxiliar no monitoramento das propriedades responsáveis pela qualidade do processo, assim como pode sugerir correções baseando-se nos conhecimentos dos agentes humanos envolvidos no processo.

1.1 Problema e Solução

O grande problema da fabricação de papel está no controle das propriedades de qualidade de cada produto e nas correções necessárias para controlar o processo. Os agentes responsáveis pelas correções trabalham de forma isolada, sem que exista uma troca de informações entre ambos.

Empresas, cujo processo produtivo depende de ajustes realizados de modo *ad hoc* por funcionários que adquiriram sua experiência através da prática, têm dificuldades em implantar métodos de solução de problemas padronizados e definidos por decisão gerencial.

Como consequência, os procedimentos de solução variam tanto no tempo de execução como na qualidade e eficácia das ações aplicadas. Como os conhecimentos dos agentes envolvidos nos processos de correção das propriedades não estão formalizados e documentados, a empresa torna-se dependente destes agentes e dos seus conhecimentos.

A dependência do conhecimento dos agentes se reflete também no momento da substituição de um agente antigo por novo, que faz com que todo conhecimento seja perdido e novas formas de soluções de problemas comecem a ser utilizadas, trazendo novas variáveis ao processo produtivo.

Na busca de solução para este problema, este trabalho propõe a aplicação da Metodologia CommonKADS para extrair e modelar os procedimentos comumente utilizados para correção de problemas no processo de monitoração e ajuste de uma linha de produção contínua de papel. O objetivo é identificar os conhecimentos envolvidos no processo de solução de problema e modelá-los de forma independente do resolvidor para, com isto, formar uma base de conhecimento na organização.

1.2 Visão Geral da Metodologia CommonKADS

A metodologia CommonKADS (Schreiber, 1999) foi desenvolvida para dar suporte ao desenvolvimento de sistemas baseados em conhecimento em todas as suas fases e aspectos. Isso significa que a modelagem não se preocupa apenas com a aquisição e representação de conhecimento especialista, mas também com os aspectos organizacionais que definem onde esse conhecimento se insere e como é utilizado por usuários ou clientes.

A construção de um sistema baseado em conhecimento, segundo a metodologia CommonKADS, tem como produto um conjunto de seis modelos que especificam todos os aspectos ligados ao software a ser desenvolvido, incluindo a organização, os recursos humanos, os aspectos de implementação e a interação entre estes.

O conjunto é formado por: Modelo da Organização, Modelo da Tarefa, Modelo de Agente, Modelo do Projeto, Modelo de Comunicação e Modelo do Conhecimento. Apesar de interdependentes, os modelos podem ser desenvolvidos em diferentes momentos do projeto e por diferentes equipes.

Este texto descreve um estudo de caso analisando o processo de produção de papel da Empresa Celupa Industrial Celulose e Papel Guaíba Ltda. A Celupa está localizada na cidade de Guaíba, que se tornou um referencial em produção de celulose e papel dentro do Rio Grande do Sul.

O objetivo deste estudo é o desenvolvimento de um projeto de gestão de conhecimento para a área de produção da organização motivado pela dependência estratégica do conhecimento associada a monitoração e ajuste do processo de produção do papel. Como resultado, buscou-se tornar o conhecimento independente de suas fontes humanas ou legadas, permitindo assim sua formalização e padronização de acordo com os objetivos da organização.

O Capítulo 2 apresenta a Gestão de Conhecimento, suas definições, objetivos e principais características. O Capítulo 3 aborda a Engenharia de Conhecimento e as suas aplicações práticas, assim como as principais ferramentas para utilização dos Sistemas de Conhecimento, que foram aplicadas neste trabalho.

O Capítulo 4 apresenta as mais importantes metodologias para Engenharia de Conhecimento e, de forma mais detalhada a metodologia CommonKADS. Os Modelos da Organização da metodologia CommonKADS, são apresentados e detalhados no Capítulo 5.

A contribuição desse trabalho é apresentada a partir do Capítulo 6, que aborda o estudo de caso realizado na Celupa. Os modelos da organização, modelos do agente e modelos da tarefa representados de acordo com a metodologia CommonKADS, são apresentados com informações do domínio. As conclusões e avaliação da utilização da metodologia são descritas no Capítulo 7.

2 GESTÃO DE CONHECIMENTO

A busca de mecanismos que permitam às organizações armazenar, organizar e otimizar a utilização do conhecimento, tem sido estudada por uma área chamada Gestão de Conhecimento (Liebowitz, 1997). A Gestão de Conhecimento tem por objetivos organizar os seguintes processos:

- Produzir um novo conhecimento;
- Distribuir o conhecimento para quem necessita;
- Tornar o conhecimento acessível para uso em toda organização;
- Combinar diferentes áreas do conhecimento.

A Gestão de Conhecimento, de maneira geral, é o conjunto de processos para identificar o conhecimento que está presente nas pessoas e proporcionar condições adequadas de criação, transferência e utilização do conhecimento no contexto de uma organização.

Segundo Boff (2001) Gestão de Conhecimento é um conjunto de estratégias para:

- criar, adquirir, compartilhar e utilizar ativos de conhecimento;
- estabelecer fluxos que garantam a informação necessária no tempo e formato adequados, a fim de auxiliar na geração de idéias, solução de problemas e tomada de decisão.

Embora o conceito apresentado seja amplo, o mesmo demonstra a noção de integração dentro de um processo contínuo de geração e uso de conhecimento que pode ser melhor compreendido num ciclo permanente de várias ações. Esse conjunto de ações cria na empresa um ambiente de conhecimento que passa a fazer parte da própria empresa.

O objetivo de implementar a Gestão de Conhecimento nas empresas é manter o foco no negócio principal. Em virtude disso são desenvolvidas ações para tornar as atividades de trabalho mais eficientes, melhorar a aprendizagem organizacional, intensificar a inovação e diminuir o tempo de resposta para o mercado.

A Gestão de Conhecimento pode ser dividida de forma genérica em geração e aquisição, codificação e coordenação, distribuição e utilização de conhecimento. A geração do conhecimento é o resultado do desenvolvimento da organização, sendo resultante a aquisição de novos conhecimentos pela experiência ou por captura a partir de outras fontes, integrando-os com o conhecimento da própria organização.

A Gestão do Conhecimento é resultado de um processo contínuo desenvolvido através de um ciclo de ações que atuam nos quatro objetivos principais – Geração, Codificação, Disseminação e Apropriação do conhecimento - gerenciadas pela organização resumidamente apresentados na Figura 2.1 (Boff, 2001).



Figura 2.1: O ciclo da Gestão de Conhecimento

A Geração tem por objetivos identificar as fontes de conhecimento e/ou incentivar a criação de novos conhecimentos na organização. A Codificação busca formalizar e preservar o conhecimento em meios não-humanos. A Disseminação objetiva a distribuição do conhecimento nos locais onde ele é necessário ao desenvolvimento dos processos e, finalmente a Apropriação busca incorporar os conhecimentos assim gerados e integrados aos produtos e serviços, gerando novos recursos que vão alimentar novamente o ciclo. Este trabalho investiga ações que se referem à criação e codificação do conhecimento organizacional.

A Gestão de Conhecimento é resultado de um conjunto de ações em diferentes campos, que envolvem planejamento gerencial e de recursos humanos, decisões de inovação tecnológica e de otimização de processos. É um erro associar um projeto de Gestão de Conhecimento a um projeto de sistema, por mais complexo que seja, ou imaginar que algum setor da organização, que não a alta gerência, pode planejar e implantar a Gestão de Conhecimento na organização.

Essa necessidade é perfeitamente percebida por Terra (2000) ao propor que a Gestão de Conhecimento em uma organização envolve ações e depende de decisões em sete dimensões gerenciais, descritas a seguir.

Dimensão 1: Fatores estratégicos e o papel da alta administração.

As empresas tidas como industriais dependem essencialmente de umas poucas habilidades, conhecimentos ou competências para desfrutar de vantagens competitivas consideráveis. Segundo essa visão, o fator crítico de êxito empresarial passa a ser a capacidade das empresas em dominar um conjunto limitado de habilidades e áreas de conhecimento que são importantes para seus clientes e consumidores. A captura desse conhecimento estratégico só é obtido por decisão e envolvimento da alta administração.

A gestão de conhecimento não é um projeto de um departamento ou setor da organização, mas da alta gerência.

Dimensão 2: Culturas e valores organizacionais.

A cultura organizacional pode ser entendida pelas normas e valores que ajudam a interpretar eventos e avaliar o que é apropriado e inapropriado. Estas normas e valores podem ser vistos ainda como sistemas de controle capazes de atingir grande eficácia, uma vez que levam a um alto grau de conformação, ao mesmo tempo que conferem elevada sensação de autonomia.

Dimensão 3: Estrutura Organizacional.

O modelo de organização estritamente burocrático está se tornando cada vez mais inadequado para enfrentar os desafios atuais impostos às empresas. A burocracia tende a centralizar-se em cargos, uma vez que a autoridade emana do cargo, e o status ou nível hierárquico é fundamental. As organizações pós-empresárias tendem a centralizar-se mais nas pessoas, emanando a autoridade do *expertise* ou dos relacionamentos. A gestão pós-empresária é orientada para a criação, buscando tanto a inovação como a eficiência.

Dimensão 4: Administração de Recursos Humanos.

O recrutamento e seleção, em decorrência das demandas organizacionais sobre os indivíduos, como a iniciativa, autonomia, criatividade e trabalho em equipe, estão cada vez mais sendo destacados como a função estratégica diretamente relacionada à administração de recursos humanos. O raciocínio, por trás desta ênfase, é que a capacidade cognitiva, a criatividade e a motivação individual, assim como a capacidade de trabalhar bem em grupos, embora possível de ser melhorada e facilitada pela organização, são características pessoais que os indivíduos desenvolveram ao longo de suas vidas e dificilmente modificáveis em sua essência.

Dimensão 5: Sistemas de informação.

A associação entre tecnologia de informação e gestão do conhecimento está relacionada ao uso de sistemas de informação para o compartilhamento de informações ou conhecimento. Destacam-se várias tecnologias que podem ser empregadas para esse fim: *intranets, groupware, document management systems, data warehouses, desktop-videoconferencing e eletronic bulletin boards*. O conhecimento é informação interpretada, o que faz com que a simples transferência de informação não aumente o conhecimento ou a competência. Investimentos em tecnologia de informática não conduzem necessariamente a melhores desempenhos empresariais.

Dimensão 6: Mensuração e resultados.

À medida que as empresas se engajam nos processos de contabilização do capital intelectual, passam a questionar seus processos de trabalho, cultura, estratégias de comunicação, emprego de sistemas de informação e políticas de administração de Recursos Humanos. O monitoramento explícito e formalizado dessas variáveis levará as empresas a desenvolverem formas de avaliação e práticas mais condizentes ao aprendizado, incentivando à criatividade, inovação e geração de conhecimento organizacional.

Dimensão 7: Aprendizado com o ambiente.

A necessidade de aprendizado está sendo, cada vez mais, estendida para além das fronteiras da empresa com a formação de alianças entre a organização e seus clientes, fornecedores, outras empresas, institutos de pesquisa, universidades, etc. O aprendizado com o ambiente e a articulação de alianças representam um grande desafio em termos de gestão. O aprendizado com o ambiente, está diretamente vinculado a todas as outras dimensões do modelo de Gestão de Conhecimento.

Por sua vez Boff (2000) propõe que o processo gerencial da Gestão de Conhecimento está relacionado com a adoção de práticas gerenciais para geração dos processos de criação e aprendizado individual. Tais processos foram classificados como sendo facilitadores para Gestão de Conhecimento, estão divididos em estratégia, liderança, infra-estrutura, monitoração e cultura organizacional.

Estratégia: o conhecimento organizacional precisa estar alinhado com a estratégia corporativa. O projeto organizacional deve estar focado em um departamento ou processo de negócio específico (Davenport, 1998).

Liderança: deve haver um comprometimento dos gerentes para difundir os problemas da organização e auxiliar na disseminação da cultura orientada para o conhecimento.

Cultura Organizacional: provavelmente a cultura organizacional é a mais importante e mais difícil questão relacionada com a ativação do conhecimento organizacional.

Infra-estrutura: tanto a tecnologia quanto a organização formam a base para o conhecimento organizacional. A infra-estrutura tecnológica está relacionada com as ferramentas de tecnologia de informação. A infra-estrutura organizacional preocupa-se com as regras e habilidades. Condições de avaliação são estabelecidas para facilitar o processo de aquisição do conhecimento organizacional no local de trabalho.

Monitoração: o gerenciamento de conhecimento pode ser dificultado em virtude da relação existente entre as atividades do conhecimento organizacional e a performance dos negócios, os resultados do negócio são muito difíceis de medir.



Figura 2.2: Processo da Gestão de Conhecimento (Boff, 2001).

Embora não exista um sistema de computação, por mais complexo que seja, que cumpra todos objetivos da Gestão de Conhecimento, todos os autores concordam que não é possível desenvolver um projeto de Gestão de Conhecimento na organização onde a tecnologia da informação não tem papel preponderante. Isso se deve a importância que a codificação e disseminação do conhecimento tem no processo como um todo, ambos processos suportados por sistemas de computação.

Este trabalho se insere na busca de alternativas de inovações tecnológicas para a Gestão do Conhecimento, em especial na captura do conhecimento envolvido nos processos de negócio da organização, que se tornam dependentes estrategicamente deste conhecimento.

A identificação, aquisição e codificação do conhecimento, são os maiores objetivos da Engenharia de Conhecimento. Suas técnicas e ferramentas são aplicadas para extrair conhecimento individual – de especialistas ou trabalhadores de conhecimento – ou organizacional, permitindo sua formalização e codificação que o tornam independentes de suas fontes humanas. A Engenharia do Conhecimento serve aos objetivos da Gestão de Conhecimento ao oferecer ferramentas para capturar o conhecimento, codificá-lo através de sistemas tornando-o assim propriedade da organização.

3 ENGENHARIA DE CONHECIMENTO

A Engenharia de Conhecimento surgiu nos anos 70 dentro de um enfoque humanístico como um paradigma de transferência de conhecimento, onde a pesquisa buscava aperfeiçoar os métodos para transferir conhecimento de suas fontes para um programa. Atualmente, um paradigma de modelagem dirige a pesquisa. Nesta visão, o objetivo é criar um modelo da interação em termos de solução de problemas. O modelo não necessita inspirar-se em modelos humanos de representação ou inferência, desde que reproduza seu comportamento.

A noção de nível de conhecimento foi introduzida por Allen Newell nos anos 80 (Newell, 1982). Desde então, tem proporcionado uma perspectiva comum para pesquisadores de Inteligência Artificial, especialmente estudiosos de sistemas baseados em conhecimento, quando permitiu travar o nível do conhecimento como um nível em sistemas de computação, da mesma forma que o nível de arquitetura ou o nível simbólico.

Nesta abordagem, desenvolver um sistema baseado em conhecimento é visto como a construção de um conjunto de modelos relacionados a algum comportamento de solução de problemas. Em particular, um modelo no nível do conhecimento representa o conhecimento que racionaliza aquele comportamento.

Um sistema baseado em conhecimento é visto como um agente que atua como se possuísse conhecimento sobre o mundo e utilizasse esse conhecimento de modo completamente racional para atingir seus objetivos. O nível de conhecimento permite a descrição do comportamento deste agente acima do nível simbólico, sem considerações sobre o que exatamente é esse agente.

Já o nível simbólico fornece a descrição do mecanismo que permite reproduzir esse comportamento e que atua sobre símbolos e estruturas de símbolos. O nível simbólico é orientado ao sistema, enquanto o nível do conhecimento é orientado para o domínio.

É importante notar que o objeto da modelagem no nível do conhecimento não é conhecimento mas sim comportamento, a interação observada entre um agente e seu ambiente (Clancey, 1989). Essa noção provocou a mudança de paradigma na Engenharia de Conhecimento. Um modelo no nível de conhecimento, ou Modelo KL, é um modelo de comportamento nos termos do conhecimento, exatamente como um modelo nível simbólico é um modelo de interação em termos de símbolos e representações.

O que mantém esses modelos juntos é o fato de que eles modelam a mesma coisa, ou seja, a interação observada. Um modelo no nível do conhecimento e no nível simbólico, são coerentes e consistentes na extensão do que se propõem a modelar e, em certo grau, devem levar a mesma classe de comportamentos.

A evolução das noções apresentadas por Newell levaram ao surgimento de uma série de metodologias de aquisição a representação de conhecimento que tornaram-se tecnologias de sucesso. Entre as mais representativas cabe mencionar:

1. Tarefas genéricas (Chandrasekaram, 1986);
2. Métodos de limitação de papéis (Mcdermott, 1988);
3. Componentes de perícia (Steels, 1990);
4. Ontologias (Wielinga, 1992);
5. VITAL (Stutt, 1994);
6. MIKE (Studer, 1998);
7. PROTÉGÉ II (Puerta, 1992);
8. KADS (Schreiber, 1992) e CommonKADS (Schreiber, 1999).

Todas essas metodologias têm em comum as noções básicas de Newell de que um modelo do conhecimento deveria ser definido em termos de conhecimento, objetivo e ações. Nos modelos baseados no Nível do Conhecimento há um consenso de que estes termos podem ser traduzidos em três conceitos relacionados: o modelo do domínio, modelo da tarefa e métodos de solução de problemas.

A Engenharia de Conhecimento e os Sistemas de Conhecimento, segundo Schreiber (1999) estão embutidos na seguinte perspectiva: Engenharia do Conhecimento como uma metodologia para ser usada como um dos instrumentos e Sistemas de Conhecimento como um dos importantes produtos para ser utilizado na Gestão de Conhecimento. A Engenharia do Conhecimento oferece muitos conceitos úteis e métodos para a gerência do conhecimento.

Uma nova revolução na Engenharia de Conhecimento aconteceu com o surgimento dos modelos administrativos de gestão de conhecimento e das plataformas distribuídas de sistemas, que integram modelos diversos de sistemas de informação e sistemas baseados em conhecimento.

O conhecimento pode ser de fonte humana, de outros sistemas ou mesmo de livros. O termo inclui sistemas especialistas, sistemas baseados em conhecimentos, bancos de dados inteligentes ou sistemas de informação intensivos em conhecimento que possuem em comum o fato de modelarem conhecimento de forma explícita (não embutido no algoritmo do sistema) e aplicá-lo no suporte à solução de problemas.

Tomando por base esta visão, os sistemas especialistas foram definidos de várias formas por diferentes autores:

Um programa de computador inteligente que usa conhecimento e inferência para resolver problemas que são difíceis o suficiente para requerer perícia humana significativa para sua solução (Feigenbaum, 1979).

Sistema de computação que executa funções semelhantes às aquelas normalmente executadas por um especialista humano. (Beyon-Davis, 1991)

Sistema de computação que usa representação de conhecimento ou perícia humana num domínio particular de forma a executar funções semelhantes às de um especialista humano naquele domínio. (Beyon-Davis, 1991)

Sistema de computação que opera aplicando um mecanismo de inferência a um “corpo” de conhecimento ou perícia de especialista representado em algum formalismo de representação de conhecimento. (Beyon-Davis, 1991)

São uma classe de sistemas de Inteligência Artificial desenvolvida para servirem como consultores na tomada de decisões que envolvam áreas restritas da ciência, normalmente apenas dominadas por especialistas humanos. São sistemas que utilizam o conhecimento de um ou mais especialistas codificado em um programa que o aplica na resolução de problemas. (Abel, 1988)

Considerando-se as definições acima citadas é possível identificar um aspecto presente em todas as definições, o fator humano aparece de forma evidente onde os conceitos apontam para um sistema de computação, que utilizado de um mecanismo de inferência pode ser capaz de solucionar problemas que somente poderiam ser solucionados por especialistas.

3.1 Aplicações dos Sistemas de Conhecimento

Sistemas de conhecimento são aplicados na solução de problemas em diferentes classes de tarefas intensivas em conhecimento (Schreiber, 1999), listadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Classes de problemas intensivos em conhecimento.

Tarefas Analíticas	Tarefas de Síntese
Classificação	Projeto e/ou Configuração
Aconselhamento	Modelagem
Diagnóstico	Planejamento
Monitoração	Escalonamento
Previsão	Atribuição

Sistemas de conhecimento vêm sendo amplamente utilizados em empresas de médio e grande porte. Alguns exemplos são resumidamente descritos, mencionando a ferramenta utilizada para seu desenvolvimento (Abel, 2000).

AT&T (EUA) utiliza um sistema especialista para planejamento e escalonamento da linha de produção, considerando disponibilidade de material, capacidade de armazenamento e alocação de equipamentos e mão de obra. (eGain)

American Express Card (EUA) aplica um sistema especialista para autorização de crédito no CC. (eGain)

Swiss Bank Corporation (Suíça) utiliza sistema especialista para reduzir o tempo da análise de risco e custo de capital no empréstimo para empresas. (eGain)

Ford (EUA) desenvolveu um sistema especialista para avaliar as solicitações de reembolso sob garantia para seus produtos. (eGain)

American Airlines (EUA) desenvolveu um sistema especialista para determinação dos roteiros aéreos com ociosidade de assentos, passíveis de serem incluídos em promoções da empresa. (eGain)

United Kingdom Employment Department Group (Inglaterra) utiliza um sistema especialista para aconselhamento de planos de aposentadoria para trabalhadores civis. (eGain)

Nippon Steel utiliza um sistema baseado em casos para reduzir o tempo de projeto e configuração de peças e equipamentos de acordo com as necessidades dos clientes. (eGain)

(*) eGain Co. (www.egain.com) dispõem de sistemas de conhecimento para suporte ao cliente: eGain Knowledge Central, eGain Knowledge Agent, eGain Knowledge Self-Service, eGain Knowledge Gateway que permitem armazenar, indexar e distribuir documentos semi-estruturados (documentos, arquivos html, etc.) e faz suporte a clientes utilizando raciocínio baseado em casos. A empresa eGain incorporou a Interface Co. e junto com ela a tecnologia de ferramentas tradicionais como o ART e ART-IM que são sistemas híbridos de objetos e regras, com raciocínio progressivo e regressivo, a ferramenta CBR Express para raciocínio baseado em casos.

As características comuns às aplicações de sistemas de conhecimento podem ser resumidas pelos fatores a seguir.

Para uma empresa, manter o conhecimento técnico estratégico personalizado em poucos profissionais é um risco muito grande. Limita a capacidade de difusão da informação, aumenta o risco de perda do conhecimento e gera discussões intermináveis a respeito de propriedade industrial, questionamentos sobre de quem é o conhecimento e quem teria direito ao mesmo, o profissional que o detém ou a empresa que investiu na sua formação e treinamento. Nesse caso os sistemas são utilizados para tornar o conhecimento independente das pessoas, portanto uma propriedade da empresa, e permite que seja distribuído.

Sistemas de conhecimento trazem solução em domínios onde os dados utilizados para tomada de decisão são predominantemente simbólicos e em grande volume. A computação convencional não é apropriada para processar grandezas do tipo pequeno, escuro, inadequado, suficiente, quase, em cima, ao lado e outras que povoam a lista de adjetivos e advérbios utilizados em

muitas áreas técnicas para descrever informações estratégicas. A tradução destes termos em escalas numéricas apenas mostrou-se um recurso pobre e que resulta em uma importante perda de informação.

Sistemas de conhecimento são indicados onde a solução depende da avaliação de um número muito grande de variáveis que podem assumir ampla gama de valores. É o caso de sistemas de projeto, configuração e diagnóstico de falhas em equipamentos. Embora o conhecimento não seja necessariamente personalizado ou mesmo simbólico, o bom desempenho da tarefa é resultado de uma análise demorada e criteriosa de muitos fatores. A utilização de um sistema especialista pode reduzir o tempo de solução e melhorar a qualidade das decisões.

3.2 Ferramentas para Engenharia de Conhecimento

Não bastaria para as empresas utilizar técnicas avançadas para aquisição de conhecimento ou ainda tornar a administração totalmente voltada para Gestão de Conhecimento se não existissem ferramentas para armazenar as informações e, de forma organizada e produtiva, distribuir o conhecimento para todos os trabalhadores do conhecimento da organização. O crescimento e a expansão dos sistemas para suportar, armazenar e distribuir o conhecimento está auxiliando no aumento do número de empresas que entendem a necessidade de gerenciar seus conhecimentos.

Um fator que vem sofrendo modificações na aquisição de conhecimento é o que Stewart (1998) descreve como sendo um comparativo entre “empurrar” e “puxar” informações. Tradicionalmente as organizações mantêm o hábito de gerar inúmeros relatórios, planilhas de análise e uma infinidade de documentos que são remetidos para outros membros da organização em papel ou por e-mail, sem que se saiba ao certo a real utilização destas informações.

Com os recursos de rede atualmente disponíveis, tais informações poderiam facilmente ser armazenadas e disponibilizadas para que os usuários estivessem livres para buscar ou “puxar” tudo aquilo que fosse do seu interesse para realização de suas atividades na organização.

Na Hewlett Packard (HP) o grupo de sistemas de informação realizou estudos que modificaram a forma de distribuir as informações na organização, todos os relatórios e demais informações utilizadas internamente foram disponibilizadas na rede, os usuários passaram a ser responsáveis por “puxar” as informações que são de seu interesse e não mais apenas ficar esperando para receber de forma “empurrada” grandes quantidades de informação que, em muitos casos, não são utilizadas para nada e apenas acabam gerando trabalho e custo para a organização.

As informações podem ser compartilhadas internamente dentro de uma organização ou ainda de forma remota com outras organizações de um mesmo grupo ou de grupos distintos. A seguir estão descritas algumas formas de compartilhamento destas informações com a utilização de ferramentas para Gestão de Conhecimento:

Internet: uma das ferramentas mais conhecidas e poderosas disponíveis para qualquer organização que queira divulgar ou adquirir conhecimento. Grandes redes de informação mundial estão formadas, não limitando-se à troca de informações entre empresas de um mesmo grupo, mas de uma forma geral, entre organizações do mundo inteiro. As empresas que desejam compartilhar suas informações de forma mais restrita estão construindo suas Intranets, rede de acesso às informações que caracterizam-se por atender apenas uma empresa ou várias empresas de um mesmo grupo, ou ainda grupos de interesse homogêneos.

Data Warehousing: é um processo que consiste basicamente no entendimento, coleta, organização, armazenamento, atualização e uso das informações, com vista à implantação de um ambiente de Data Warehouse. É um banco de dados orientado por assuntos, integrados, variáveis com o tempo e não voláteis, para dar suporte ao processo de tomada de decisão no nível gerencial. Este banco de dados fica separado dos sistemas da empresa e necessita de um conjunto de ferramentas que automatizam o processo de extração, filtragem e carga dos dados.

Mineração de dados estruturados: o objetivo é descobrir de forma automática ou semi-automática o conhecimento que está “escondido” em grandes volumes de dados armazenados em bancos de dados, aplicando técnicas de mineração de dados. É considerado um processo de extração de informação válida, previamente desconhecida e de máxima abrangência a partir de grandes bases de dados, as quais vão ser utilizadas em processos de tomada de decisões. A mineração de dados permite aos usuários explorar e inferir sobre informações úteis a partir dos dados, descobrindo relacionamentos escondidos.

Mineração de dados não-estruturados: é o processo de extrair conhecimento de grandes volumes de texto (KDT – Knowledge Discovery in Texts) não conhecidos e de máxima abrangência, utilizado para apoiar tomadas de decisão ou sumarizar textos (documentos, artigos de jornais, etc.). A mineração de textos permite aos usuários explorar e inferir sobre grandes conjuntos de texto, descobrindo relacionamentos escondidos no universo textual. Tanto a mineração de dados estruturados como não-estruturados são formadas por área interdisciplinares que surgiram da união da inteligência artificial com o aprendizado de máquina, estatística e banco de dados.

Sistemas de Apoio à Decisão: são sistemas desenvolvidos para auxiliarem os executivos do nível tático das organizações no acesso das informações críticas do negócio, de forma rápida e segura, agilizando as questões relacionadas ao conhecimento e tornando a empresa cada vez mais competitiva. Normalmente, possuem interfaces gráficas muito amigáveis, além de permitirem um processo de customização, no sentido de atender as necessidades específicas de cada executivo.

Groupware: representa uma família de aplicações baseadas em computador que dão suporte a grupos de pessoas (trabalho colaborativo), engajados em uma tarefa comum e que provê uma interface para compartilhar o ambiente, especialmente ao nível de comunicação, colaboração e suporte à decisão. Ex: correio eletrônico, teleconferência, sistemas de apoio à decisão e editores de texto colaborativos.

Portais Corporativos: podem ser encarados como uma terceira geração das intranets. É uma ferramenta que agrega recursos de personalização avançados, ao mesmo tempo em que integra sistemas web existentes na empresa (Terra, 2002). Abaixo, na Tabela 3.2, podemos ver a evolução das intranets:

Tabela 3.2: Evolução das intranets

1 ^a . geração	Páginas HTML atualizadas por um Webmaster; Nenhum sistema.
2 ^a . geração	Alguns sistemas Web; Grande quantidade de páginas; Pouca padronização e organização do conteúdo.
Portais Corporativos	Personalização; Organização e padronização do conteúdo; Integração com outros sistemas Web; Busca avançada.

Sistemas de Conhecimento: são sistemas que gerenciam, armazenam e aplicam o conhecimento organizacional explicitamente representado. Este conhecimento pode vir de uma fonte humana ou mesmo de outros sistemas, para conseguirmos extrair o conhecimento é necessário um especialista no domínio em questão. Posteriormente este conhecimento é transformado em um sistema especialista que, com a utilização de inferências sobre o problema e baseado em conhecimento consegue dar suporte à solução dos problemas.

Os diversos tipos de sistemas acima, exceto os Sistemas de Conhecimento, permitem a organização e distribuição das informações, os Sistemas de Conhecimento apresentam uma característica diferenciada em virtude de efetivamente tratar e transformar o conhecimento em um patrimônio da organização, não apenas restrito às pessoas. Em razão desta característica, a ênfase deste trabalho será dada para os Sistemas de Conhecimento, suas aplicações e características.

4 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

As técnicas de eliciação de conhecimento ajudam a reduzir os problemas de comunicação no processo de aquisição de conhecimento de fontes humanas, embora o especialista seja considerado a principal fonte de conhecimento em um projeto de sistema de conhecimento, devem ser entrevistados além dos especialistas, os usuários potenciais do sistema, gerentes e outros profissionais que estão potencialmente envolvidos na solução do problema.

A aquisição do conhecimento é conduzida por um engenheiro de conhecimento que exerce o duplo papel de compreender o domínio da informação para interagir com os detentores do conhecimento, e possuir o conhecimento necessário sobre computação, linguagens e ferramentas de inteligência artificial para optar pelo melhor ambiente e forma de implementação para o sistema.

Algumas técnicas serão analisadas para o caso típico de construção de um sistema a partir do conhecimento obtido de um especialista, que possui reconhecidamente um desempenho superior na solução de problemas.

O conhecimento dos profissionais envolvidos tende a ser muito mais tácito do que explícito, as técnicas de eliciação tendem a ser mais sofisticadas do que na coleta de requisitos para construção de sistemas de informação.

Existem muitas outras técnicas além das descritas neste estudo de caso, porém todas elas são construídas para extrair o conhecimento declarativo e não o conhecimento inferencial. . A classificação aqui descrita é baseada em Abel (Abel, 2001). Os métodos de solução de problemas e estruturas de inferência ainda são extraídos com base em entrevistas e observação do comportamento do tomador de decisão.

4.1 Entrevistas

É o método mais comum e tradicional para eliciar o conhecimento, é a técnica inicial de qualquer projeto de Sistema de Conhecimento onde o engenheiro de conhecimento conversa diretamente com o especialista questionando diversos aspectos envolvidos na solução de problemas do domínio avaliado.

O processo de entrevistas sempre fornece um conjunto incompleto de informações, pois não é possível registrar todos os aspectos envolvidos para solução dos problemas. A qualidade dos resultados varia em função das habilidades de comunicação do entrevistado e da experiência e capacidade de compreensão do entrevistador.

As entrevistas têm o objetivo de:

- Buscar alguma familiaridade com o especialista, de modo a conhecer seus métodos de raciocínio, vocabulário e características pessoais;
- Obter compreensão sobre o funcionamento do domínio;
- Coletar fatos do domínio.

As primeiras entrevistas são não-estruturadas, onde questões genéricas são perguntadas para o especialista que é deixado responder livremente. A partir da compreensão inicial do problema são realizadas entrevistas direcionadas para especificar diretamente o conhecimento que se deseja extrair.

As entrevistas estruturadas são projetadas para eliciar fatos precisos da aplicação, esta técnica serve para definir de forma precisa o domínio e sua forma de funcionamento. Os especialistas poderão apresentar uma certa resistência para colaborar em virtude de sentirem que a sua atividade está sendo explorada de forma analítica.

4.2 Análise de Protocolos

É uma técnica que visa obter informações detalhadas a respeito do processo particular de solução de problemas. Considerando o problema em foco, por exemplo, o processo de ajuste ou correção de um processo de fabricação, normalmente o processo é decomposto em sub-processos e a análise de protocolo é aplicada para cada uma das partes, devido a complexidade da informação obtida.

O especialista executa o processo e, durante a solução, verbaliza seus pensamentos que serão registrados em gravações ou mesmo filmagens para posterior análise. As vantagens da aplicação dessa técnica devem-se principalmente:

- O registro da entrevista permite uma análise posterior mais cuidadosa onde são reconhecidos os termos mais utilizados;
- A ausência de um intervalo entre a solução de problema e posterior descrição pelo especialista, evitando distorções;
- A análise é feita com o nível de detalhe adequado à solução;
- As informações incompletas são facilmente identificadas;
- A utilização de informações não verbalizadas é evidenciada na seqüência do processo.

4.3 Observação

A observação corresponde a técnica de assistir o especialista enquanto este está executando uma tarefa, tanto real como simulada. A observação pode incluir ou não a possibilidade de interrupção para eventuais soluções de dúvidas.

O engenheiro de conhecimento, durante a observação real, pode interromper o especialista durante o processo de solução para fazer perguntas ou tirar dúvidas. O mesmo processo também pode ser avaliado com base em anotações e filmagens, sem nenhuma intervenção no andamento do processo.

A experiência demonstra que a qualidade da observação é melhor no processo sem interrupção, visto que esta altera o caminho natural do raciocínio do especialista que possivelmente prosseguirá na tarefa utilizando métodos mais compreensíveis ao observador, porém não os mais eficientes.

A técnica da observação tem a vantagem de garantir uma visão realista do processo de solução no ambiente onde ela ocorre, raramente obtida através de entrevistas. Nessa situação, o processo tende a mostrar-se mais simples do que o descrito pelo especialista.

Um dos problemas da técnica de observação é o fato de que nem sempre é possível realizar a observação direta do ambiente, no entanto, a simples observação não permite compreender porque as decisões foram tomadas, o que é essencial na aquisição de conhecimento. As razões das decisões tomadas devem ser questionadas posteriormente através de entrevistas.

4.4 Repertory Grid

Esta técnica tem suas raízes na psicologia da personalidade [Kelly, 1955] e foi desenvolvida nos anos 50, para revelar o mapa conceitual de um domínio. A técnica exigia muito tempo para análise manual, isto naturalmente sugeriu que uma versão efetivada seria útil.

O resultado é uma matriz de avaliações semelhantes, relativas a elementos e construções. Isto é analisado usando uma técnica estatística chamada grupo de análise. Na engenharia de conhecimento a técnica pode revelar grupos de conceitos e elementos que o especialista pode não ter pronunciado em uma entrevista.

A criação de uma *Repertory Grid* segue os seguintes passos:

1. Perguntar ao especialista quantos métodos existem e podem ser listados para uma dada atividade.
2. Fornecer ao especialista uma grade com o mesmo número de colunas obtidas como resposta. Colocar o nome de cada método no topo de cada coluna.
3. O especialista identifica todas as características dos métodos que permitem distinguir um método do outro, definindo sua escala.
4. Para cada característica escrever os nomes ou valores que representam os extremos da escala.
5. Decidir, com o especialista, quantos intervalos de gradação existem entre os dois valores extremos (normalmente utiliza-se 5).
6. Solicitar para o especialista atribuir o grau em que o método se situa entre os dois extremos da escala.

Tabela 4.1: *Repertory Grid*

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
P1	1	5	3	1	5	1
P2	3	2	2	4	3	3
P3	4	1	2	3	4	2

M1, M2, etc.: são métodos ou tarefas

P1, P2, etc.: são propriedades de um M1, M2, etc.

As vantagens de utilização de uma *Repertory Grid* são:

- O vocabulário do especialista é exposto.
- Métodos a serem aplicados são identificados e associados aos problemas.
- Não é necessário conhecimento prévio do domínio.

A *repertory grid* é desenvolvida interativamente e ao especialista é demonstrado o conhecimento resultante. Os especialistas têm a oportunidade de refinar seus conhecimentos durante o processo de eliciação.

A *repertory grid* é especialmente útil quando tentamos descobrir uma estrutura de domínio desconhecida. É usado principalmente para apoiar as especificações de um domínio, tanto em suas iniciais como em etapas mais avançadas. No Capítulo 6 é possível ver a aplicação da *repertory grid* para extração de conhecimento na organização.

A utilização da *repertory grid* para registrar as soluções e alimentar a base de conhecimento é uma das sugestões para a organização, à medida que os resultados forem sendo armazenados, o sistema vai aprendendo e reduzindo o tempo para solução dos problemas.

As técnicas de aquisição de conhecimento apresentadas têm suas limitações quanto à qualidade dos conhecimentos coletados. Nas entrevistas, os agentes por questões de receio em relação a sua atividade, podem sonegar as informações ou não responderem de acordo com a realidade. A observação, que é o acompanhamento do agente nas suas atividades também pode ser distorcida, o agente pode realizar as atividades de forma alternada quanto aos procedimentos observados.

A análise de protocolos e a *repertory grid* apresentam uma forma mais precisa para coletar os procedimentos dos agentes, ambas as técnicas têm uma sistematização para realização da extração do conhecimento. A aplicação simultânea de todas as técnicas apresentadas compõem um conjunto de procedimentos para garantir a qualidade das informações extraídas.

5 METODOLOGIAS PARA ENGENHARIA DE CONHECIMENTO

Com o desenvolvimento comercial dos sistemas especialistas, cresceu a necessidade de desenvolver ferramentas de Engenharia de Software que previssem as particularidades da construção de um sistema de conhecimento. A primeira metodologia que previu desde a aquisição e modelagem de conhecimento até a etapa de projeto e implementação do sistema foi a metodologia KADS (Wielinga, 1992). Essa metodologia evoluiu através da padronização das primitivas de modelo e incorporou construtos para a modelagem do conhecimento organizacional e ferramentas para a Gestão de Conhecimento, gerando o CommonKADS (Schreiber, 1994).

Atualmente outras metodologias incorporam os requisitos de uma ferramenta de Engenharia de Software e de Conhecimento e oferecem diferentes opções e recursos para o desenvolvimento completo de um projeto de sistema de conhecimento. As principais estão descritas a seguir. Este trabalho foi desenvolvido utilizando a metodologia CommonKADS, para a qual foram propostas algumas contribuições e extensões.

5.1 Metodologia CommonKADS

A metodologia CommonKADS parte de um conjunto de princípios que norteiam a aplicação da metodologia, dentre os quais, os principais são (Schreiber, 1992):

- **Princípio da Modelagem:** o desenvolvimento de um sistema baseado em conhecimento é visto como a construção de um conjunto de modelos de comportamento para a solução de problemas em uma organização. Um sistema baseado em conhecimento é a realização computacional associada a esses modelos.
- **Princípio da Limitação de Papéis:** um agente inteligente pode ser modelado por atribuir-lhe um conjunto de estruturas do conhecimento e os papéis que essas estruturas devem desempenhar no processo de solução de problemas.
- **Princípio da Tipagem do Conhecimento:** um modelo, no nível do conhecimento, pode ser visto em três diferentes categorias de conhecimento (ou tipos): conhecimento do domínio, conhecimento da tarefa e conhecimento de inferência. Além desses, há também o conhecimento de solução de problemas, que compõem não uma quarta categoria, mas uma especificação de como as categorias acima são aplicadas para resolver problemas.
- **Princípio de Interação Relativa:** prevê diferentes níveis de interação entre as três categorias do conhecimento, que varia em função da aplicação modelada.

A construção de um sistema baseado em conhecimento, segundo a metodologia KADS, tem como produto um conjunto de seis modelos que especificam todos os

aspectos ligados ao software a ser desenvolvido, incluindo a organização, os recursos humanos, os aspectos de implementação e a interação entre estes.

O conjunto é formado por: Modelo da Organização, Modelo da Tarefa, Modelo de Agente, Modelo do Projeto, Modelo de Comunicação e Modelo do Conhecimento. Apesar de interdependentes, os modelos podem ser desenvolvidos em diferentes momentos do projeto e por diferentes equipes.

O componente principal e mais complexo do conjunto de modelos é o Modelo da Perícia que detalha o conhecimento do domínio. O Modelo da Perícia descreve as capacidades de um agente, normalmente um sistema baseado em conhecimento, em resolver problemas utilizando o conhecimento.

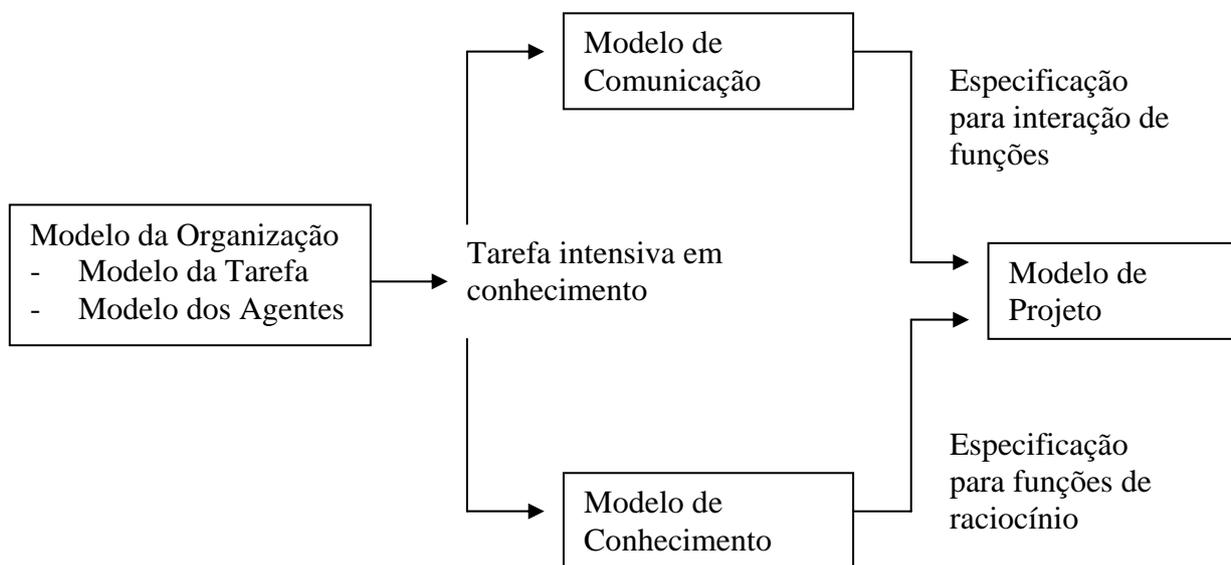


Figura 5.1: O conjunto de modelos da metodologia CommonKADS.

- modelo da organização suporta a análise dos aspectos mais gerais da organização, de modo a identificar problemas e oportunidades para sistemas de conhecimento, estabelecendo sua viabilidade.
- modelo da tarefa identifica as partes relevantes de um processo de negócios da instituição. Analisa a organização geral da tarefa, suas entradas e saídas, pré-condições e critérios de desempenho, bem como recursos e competências.
- modelo de agentes são os executores da tarefa. Um agente pode ser uma pessoa ou um sistema de informação, ou qualquer entidade capaz de executar uma tarefa. O modelo de agentes descreve as características dos agentes envolvidos na execução de uma tarefa, definindo suas competências e restrições para atuar. Ainda fazem parte do modelo, as comunicações existentes entre os agentes durante a execução da tarefa.
- modelo de comunicação define como acontece a comunicação entre os agentes envolvidos em uma tarefa, na forma de transações permitidas.

- modelo do conhecimento especifica em detalhes os tipos e estruturas do conhecimento utilizado para executar a tarefa. Garante uma descrição, independente da implementação, do papel que os diferentes componentes do conhecimento desempenham na solução de problemas em um formato compreensível.
- modelo de projeto define o sistema em termos de arquitetura, plataforma de implementação, módulos necessários de software, construtores de representação e mecanismos computacionais necessários para implementar as funções especificadas nos demais modelos.

O componente principal e mais complexo do conjunto de modelos é o modelo do conhecimento que detalha o conhecimento do domínio e descreve as capacidades de um agente, normalmente um sistema baseado em conhecimento, em resolver problemas utilizando conhecimento.

O modelo da organização consiste no estudo de viabilidade do projeto, e permite situar o contexto de onde o conhecimento provêm, como e por quem ele é aplicado. Os modelos de comunicação e de projeto contemplam aspectos de implementação do sistema e integração no ambiente organizacional.

O modelo da organização tem por objetivo descrever os elementos relevantes e as experiências de várias fontes – incluindo as teorias da organização, análise do processo de negócios e gerência da informação – e integrá-los, do ponto de vista do conhecimento, em um pacote coerente e compreensível. São descritas a estrutura da organização, os processos de negócios, pessoas, recursos e as formas como esses elementos interagem entre si. A visão geral do modelo da organização é apresentada na Figura 5.4.

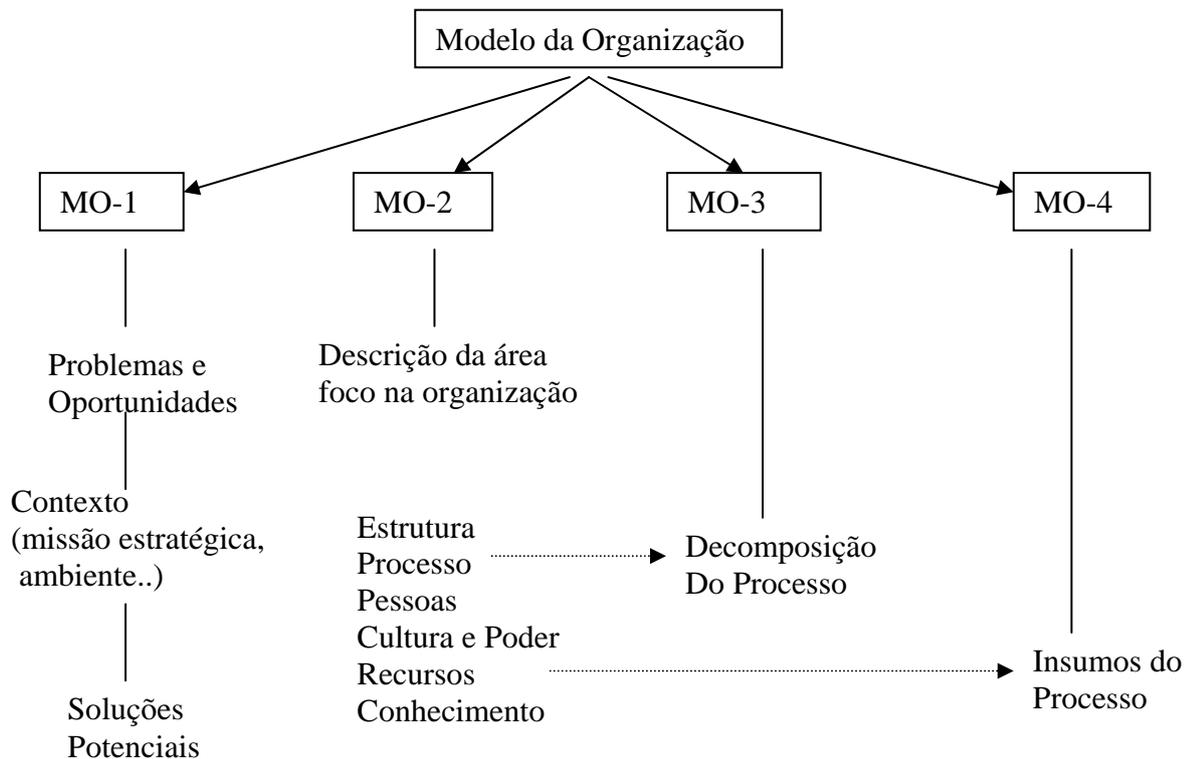


Figura 5.2: Modelo da Organização

De acordo com a Figura 5.2 o Modelo da Organização é apresentado em quatro partes, ainda é possível apresentar um quinto item que refere-se à viabilidade do documento de decisão e que não é representado no modelo. Os modelos podem ser resumidos da seguinte forma:

- Modelo da Organização-1 (MO-1): Identifica os problemas do conhecimento e as oportunidades existentes na organização.
- Modelo da Organização-2 (MO-2): Descreve os aspectos organizacionais que têm impacto ou de alguma forma são afetados pela escolha de soluções, caracteriza-se pelos diversos aspectos variáveis que podem influenciar nas soluções adotadas na organização.
- Modelo da Organização-3 (MO-3): Descreve todos os processos e suas respectivas tarefas que devem ser realizadas.
- Modelo da Organização-4 (MO-4): Descreve os componentes do conhecimento no modelo da organização, aponta os recursos disponíveis e suas qualificações.
- Modelo da Organização-5 (MO-5): É a verificação dos itens que viabilizam o documento de decisão da organização. Não é representado no Modelo da Organização.

Este trabalho propõe a criação de um sexto modelo a ser incluído no modelo da organização de CommonKADS, associado a viabilidade do documento de decisão. A utilização desse modelo e suas subdivisões serão melhor compreendidas na sua aplicação no Capítulo 6.

5.2 O enfoque PROTÉGÉ II

O principal objetivo do enfoque PROTÉGÉ II (Studer, 1998) é suportar o reuso de ontologias e métodos para solução de problemas (Gómez-Pérez, 1999). PROTÉGÉ II está baseado em uma estrutura de decomposição de tarefa-métodos, onde uma tarefa é decomposta em sub-tarefas pela aplicação de um método. Esta estrutura de decomposição é refinada até um nível que métodos primitivos são usados para resolver as sub-tarefas. As entradas e saídas de um método são especificadas em uma ontologia de métodos, onde esta ontologia define os conceitos e relacionamentos que são usados pelo método de solução de problemas para fornecer sua funcionalidade.

Uma ontologia de método corresponde a uma terminologia genérica como descrita nos papéis de conhecimento de um método de solução de problema (PSM) (Benjamins, 1998). PROTÉGÉ II também utiliza ontologias de domínio, onde pode ser definido algum conhecimento de senso comum de um domínio. Desta forma, métodos de solução de problemas e ontologias são vistos como componentes reusáveis para construir sistemas baseados em conhecimento.

Devido ao problema da interação entre ontologias de domínio e métodos de solução de problemas, o enfoque PROTÉGÉ II propõe a noção de ontologias de aplicação. Estas ontologias estendem ontologias de domínio com conceitos e relacionamentos específicos de métodos de solução de problemas.

Como citado por (Grosso, 1998), PROTÉGÉ II também tem se destacado por gerar ferramentas de aquisição de conhecimento personalizadas a partir de ontologias. Este processo tem início com a especificação dos conceitos correspondentes a uma ontologia. A partir dela, PROTÉGÉ II gera como saída uma ferramenta de aquisição de conhecimento, a qual permite que especialistas do domínio acrescentem instâncias de conceitos modelados.

Recentemente, o enfoque PROTÉGÉ II está sendo associado a um ambiente CORBA, tornado método de solução de problemas e ontologias acessíveis e reusáveis a partir de diferentes ambientes de software, possibilitando, desta forma, construir sistemas baseados em conhecimento em um ambiente Internet.

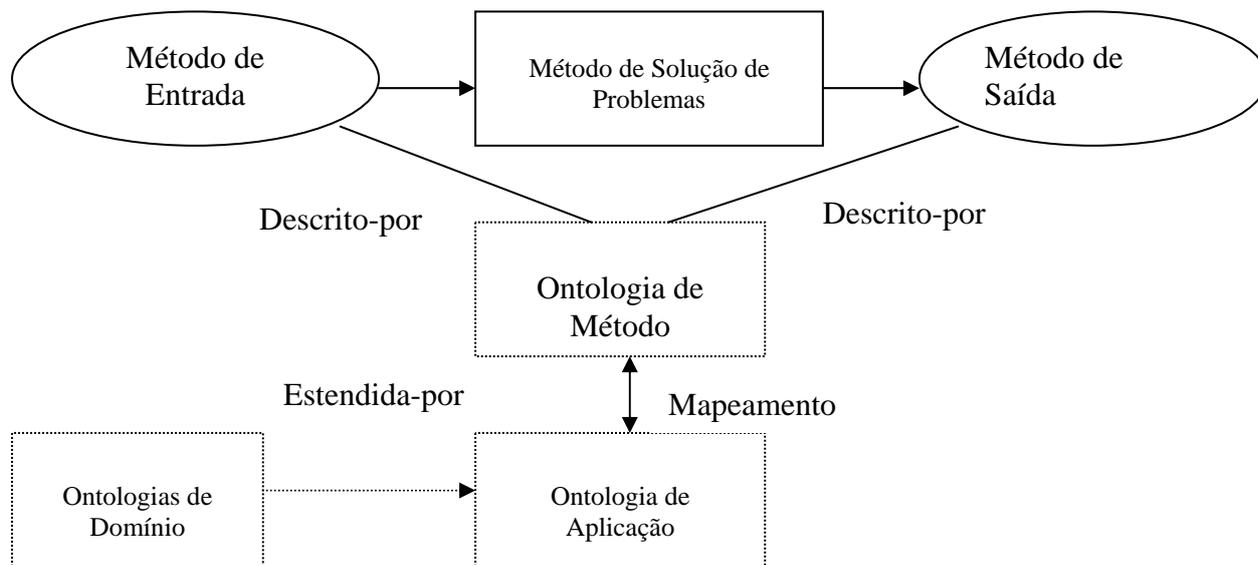


Figura 5.3: Ontologias e métodos de solução de problemas em PROTÉGÉ II

5.3 A Metodologia MIKE

O enfoque Engenharia de Conhecimento Incremental e Baseada em Modelo (Model Based and Incremental Knowledge Engineering – MIKE (Studer, 1998)) fornece um método de desenvolvimento de métodos de solução de problemas que propõe a integração de técnicas de especificação semi-formal, formal e prototipação em uma estrutura de engenharia de conhecimento.

Conforme Studer (Studer, 1998), a integração da prototipação e suporte para um processo de desenvolvimento incremental e reversível em uma estrutura baseada em modelos é a principal distinção entre MIKE e CommonKADS, pois:

- MIKE utiliza o modelo de conhecimento de CommonKADS como um padrão de modelo. Esta abordagem fornece um processo de transição que parte de uma representação semi-formal, o modelo de estrutura, para uma representação formal, o modelo KARL, e posteriormente para uma representação de implementação denominada modelo de projeto.
- modelo KARL é executável, assim permitindo validar o modelo de conhecimento por meio de prototipação, bem como permitindo integrar o especialista no processo de desenvolvimento.

O processo de desenvolvimento em MIKE é dividido nas seguintes sub-atividades: eliciação, interpretação, formalização/operacionalização, projeto e implementação. A eliciação envolve a aquisição de conhecimento, basicamente realizada com técnicas de entrevistas estruturadas. Como resultado desta primeira atividade, o conhecimento é expresso em linguagem natural, assim denominado de protocolos de conhecimento.

A atividade de interpretação representa estes protocolos de conhecimento em uma especificação semi-formal do modelo de conhecimento denominada de modelo de estrutura. O modelo de estrutura é então formalizado/operacionalizado em um processo que resulta em um modelo de conhecimento formal, o modelo KARL.

O modelo formalizado captura os requisitos funcionais para o sistema baseado em conhecimento final. Na fase de projeto seguinte, os requisitos são detalhados segundo aspectos de eficiência e facilidade de manutenção. Por fim, o processo de desenvolvimento implementa o sistema baseado em conhecimento em um ambiente de software e hardware.

O resultado das fases de desenvolvimento de MIKE são refinamentos de estados do modelo de conhecimento. Neste caso, o conhecimento no modelo de estrutura é relacionado para o conhecimento correspondente nos protocolos de conhecimento via ligações explícitas. Conceitos e ações de inferência são relacionados para nodos de protocolos inicialmente descritos em linguagem natural.

O modelo de projeto refina o modelo KARL pelo refinamento das inferências nos algoritmos especificados e pela introdução de estruturas de dados adicionais. Estas partes do modelo de projeto são relacionadas com inferências correspondentes do modelo KARL, e desta forma são também ligadas aos protocolos de conhecimento. Este conjunto de relacionamentos é que permitem preservar a estrutura do modelo de conhecimento durante a fase de projeto do sistema baseado em conhecimento.

O processo inteiro é executado em um ciclo de desenvolvimento, onde cada ciclo produz um protótipo do sistema baseado em conhecimento, o qual já pode ser avaliado. Os resultados das avaliações podem então ser usados nos próximos ciclos para corrigir, modificar ou estender o protótipo corrente. Desta forma, o enfoque MIKE (tal como descrito) é restrito à modelagem de um sistema baseado em conhecimento sob desenvolvimento.

Para capturar o conhecimento em um ambiente mais abrangente, tal como um ambiente de negócios, o enfoque MIKE tem sido estendido com novos modelos que permitem definir diferentes visões de negócio. Com isso, os modelos poderão expressar a transição de um modelo de negócios até um modelo de processos de solução de problemas.

Devido ao enfoque voltado à Gestão do Conhecimento, este trabalho aplicou a metodologia CommonKADS para o estudo de caso, uma vez que essa dispõe de primitivas adequadas à modelagem da organização, mesmo que não diretamente associadas à necessidade do desenvolvimento de um sistema.

6 ESTUDO DE CASO CELUPA

Como estudo de caso prático para este trabalho será abordado o processo de produção contínuo da Celupa Industrial Celulose e Papel Guaíba Ltda, empresa que atua na fabricação de papéis filtrantes e papéis com características especiais. Seu objetivo é firmar-se como fabricante de papéis especiais, que possuem um alto valor agregado, logo, a Celupa não atua em mercados que exijam grandes quantidades de produção. A estrutura organizacional da Celupa pode ser vista no Anexo A.

A partir de 1996, diversos investimentos foram feitos na linha de produção para melhorar a produtividade e automatizar partes do processo de produção. O resultado esperado seria um aumento da produtividade aliado a uma melhor qualidade do produto final. Mesmo com todos estes esforços para que a automatização controlasse a produção, ainda assim não foi possível evitar as grandes perdas de produto acabado, bem como o desperdício de tempo de produção e matéria-prima.

As empresas de fabricação de papel, que se caracterizam por terem um processo de fabricação contínuo, buscam formas para reduzir seus custos de produção e evitar o re-trabalho com processamento de produtos já elaborados e que, por problemas de qualidade ou ajuste de equipamentos, precisaram ser refugados causando uma elevação nos custos de produção e perda de tempo.

Neste tipo de fabricação a quantidade de variáveis que influenciam diretamente no resultado final dos produtos é elevada, o que provoca uma verdadeira corrida contra o tempo para que os responsáveis pelos ajustes das máquinas consigam o *setup* ideal para uma produção estabilizada. A velocidade da linha de fabricação da Celupa oscila entre 350 e 400 metros de papel por minuto dependendo do tipo de papel que está sendo fabricado.

Diversos fatores podem tornar a solução de um problema complexo, como exemplo podemos considerar os fatores climáticos e suas oscilações de temperatura como um dos grandes influenciadores nos resultados da produção de papel. O papel, em sua composição, apresenta diversas propriedades que definem sua qualidade, tais propriedades precisam estar constantemente sendo verificadas para evitar a perda do controle da produção.

Abordando uma indústria de fabricação de papel, representada neste trabalho pela Celupa, podemos relacionar os fatores que motivam a aplicação da Gestão de Conhecimento na organização:

- Um grande número de propriedades que influenciam na qualidade por produto;
- A correção de uma propriedade do papel pode influenciar no resultado de outra propriedade;
- A correção de uma propriedade que apresenta algum problema depende diretamente de correções em outras propriedades;
- A correção de uma propriedade depende de ajustes em equipamentos na linha de produção;

Ajustes na linha de produção podem fazer surgir outras propriedades com problema;

A correção de um problema na linha de produção não pode ser comprovada de forma imediata em virtude do processo ser contínuo, como resultado serão produzidos refugos de papel até que os efeitos das correções comecem a aparecer;

Mudanças bruscas de temperatura podem desequilibrar as propriedades determinantes da qualidade de um produto;

A troca de um equipamento na linha de produção pode fazer com que sua regulagem seja diferente fazendo com que os ajustes anteriores fiquem invalidados;

As correções são realizadas por agentes humanos que utilizam a sua experiência prática para resolver os problemas.

Durante a fabricação do papel encontramos um processo totalmente controlado por intermédio de testes físicos. Os testes físicos são responsáveis por validar o produto que está sendo fabricado. Cada lote de produção finalizado passa por uma bateria completa de testes para determinar a aprovação ou reprovação de todo lote fabricado.

Caso uma das propriedades determinantes da qualidade não esteja dentro do intervalo desejado, serão necessários procedimentos de correção, em sua maioria manuais por parte dos agentes responsáveis para que, no menor tempo possível, a propriedade retorne ao seu nível normal de qualidade.

Como ficou comprovado nas entrevistas realizadas com os agentes responsáveis pela produção, as soluções aplicadas são diferentes para problemas iguais, este fato ocorre em virtude de não existir uma padronização de solução para os problemas e também pelo fato das experiências de cada agente serem diferentes.

A empresa não domina a solução dos seus problemas de produção, portanto não é proprietária do conhecimento, caso um dos agentes responsáveis pelas soluções dos problemas deixe a organização, o seu conhecimento vai embora junto, tal fato faz com que o conhecimento perdido precise ser novamente desenvolvido. Este desenvolvimento pode levar muito tempo caso o agente não tenha experiência na atividade.

O treinamento interno ministrado por outro agente com experiência não pode ser apontado como ideal, este agente apenas vai repassar as formas de solucionar os problemas que a sua experiência armazenou durante muitos anos, isto não garante que a melhor solução em termos de tempo e custo esteja sendo praticada.

A construção de um sistema de Gestão de Conhecimento utilizando a metodologia CommonKADS permitirá que seja possível extrair e armazenar o conhecimento de todos os agentes da linha de produção. O objetivo é formar uma base de conhecimento para ser compartilhada entre todos da organização e minimizar os efeitos de eventuais substituições das pessoas responsáveis pelos ajustes na linha de produção.

A metodologia de modelagem CommonKADS, como foi demonstrado no Capítulo 5, possui construtos para modelar a organização. Esta modelagem direciona os

estudos para construção de uma aplicação capaz de extrair e armazenar o conhecimento para posteriormente utilizar estas informações na solução de problemas da produção.

Um sistema de conhecimento aplicado para formar uma base de conhecimento para solução dos problemas de produção auxiliará a empresa com o objetivo de não ficar mais dependente do conhecimento de poucas pessoas. Paralelo a isto, será possível formalizar os procedimentos para solução dos problemas que influenciam diretamente na qualidade final dos produtos fabricados.

6.1 As Famílias de Produtos

A Celupa trabalha com uma linha de 84 produtos, sendo que estes podem ser classificados em 4 grandes famílias. Cada lote produzido sempre vai atender uma determinada família, o produto de uma família não pode ser utilizado como produto de outra família.

Não é possível produzir dentro de um mesmo lote um papel com gramaturas diferentes, para alterar a característica da gramatura seria necessário encerrar a produção já iniciada, realizar os ajustes nos equipamentos e reiniciar a produção seguindo uma nova formulação. A gramatura é uma propriedade da família e sua alteração determina que um novo produto de uma nova família está sendo produzido.

No Estudo de Caso realizado na Celupa foram utilizadas as técnicas apresentadas no capítulo 4 para conhecer o domínio do problema, assim como as informações ligadas ao ambiente estudado. As seguintes técnicas foram aplicadas: Entrevista, Análise de Protocolos e Observação.

6.2 O Processo de Produção

O processo de produção inicia no momento em que a área comercial recebe do cliente as características do produto e solicita para o Controle de Processo o desenvolvimento de uma nova receita de fabricação. Caso o produto solicitado já tenha sido fabricado serão utilizadas as receitas de fabricação existentes.

O laboratório de testes químicos, que faz parte do Controle de Processo, desenvolve a formulação ideal e estabelece os intervalos que cada propriedade do papel poderá variar sem perda da qualidade. A partir de simulações em laboratório, o produto recebe sua formulação e é liberado para produção efetiva.

No momento que a produção recebe as características do papel que deve ser produzido, inicia o processo de *setup* da máquina de papel, quando uma nova produção é iniciada. Os agentes mestres precisam contar com toda sua experiência para conseguir atingir o ajuste ideal, pois o processo de produção não pode ser interrompido para que as correções sejam realizadas.

Durante o processo de monitoramento da produção, os laboratoristas realizam a coleta de amostras em cada lote fabricado e executam uma seqüência de testes físicos para validar a qualidade. As propriedades da família são analisadas e, caso alguma das

especificações esteja fora do intervalo aceitável, é iniciado o processo de reparo com base na experiência do especialista. No Anexo C observamos o formulário utilizado pelos laboratoristas para realizar o apontamento dos testes físicos.

Os agentes mestres trabalham de forma isolada e concorrente, ou seja, não existe a formalização ou troca de informações sobre as soluções dos problemas. Caso cada um dos mestres seja chamado para resolver o mesmo problema, teremos formas de solução diferentes. Cada mestre vai solucionar o problema com base em seus conhecimentos sem que isto seja formalizado para uma posterior utilização por parte de outro agente. O processo de produção pode ser visto em detalhes na Figura 6.1:

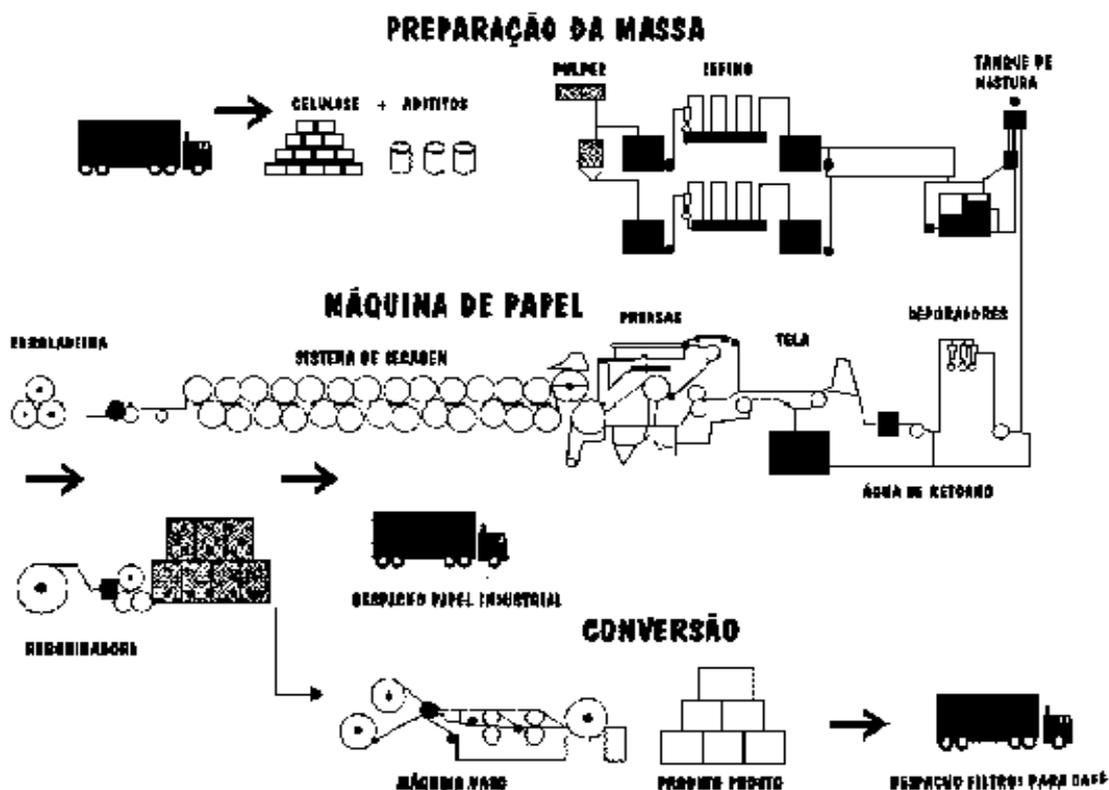


Figura 6.1: Processo de produção de papel

O projeto de aquisição de conhecimento, foco deste trabalho, tem como objetivo mapear o processo de correção dos problemas e quais os tipos de conhecimentos envolvidos na solução destes problemas. Os resultados deste projeto contribuem para o desenvolvimento da proposta de criação de um modelo de conhecimento e raciocínio para esse domínio.

A obtenção do conhecimento do especialista foi feita em duas fases: a aquisição de conhecimento utilizando uma abordagem baseada em conceitos do domínio, para descrever a ontologia do domínio; e a aquisição de conhecimento utilizando a abordagem de casos. O processo de aquisição de conhecimento e seus resultados serão aqui descritos como uma contribuição para a avaliação das técnicas de aquisição de conhecimento em domínios reais.

6.3 Aquisição de Conhecimento

O processo de aquisição de conhecimento envolveu a diretoria, gerencias e os profissionais ligados diretamente ao domínio estudado, e que receberam o nome de agentes ou especialistas. Três áreas foram diretamente envolvidas neste processo, vendas, produção e o controle de processo. Neste processo de aquisição de conhecimento os agentes mestres são o principal objeto de estudo, o processo de produção está descrito em detalhes na seção 6.2.

6.3.1 Entrevista Retrospectiva

Foram entrevistadas durante o estudo, um total de 15 pessoas, sendo que 1 diretor, 3 gerentes, 5 laboratoristas, 5 mestres e 1 técnico químico. Para a diretoria e gerencias foram apresentados os objetivos do estudo e os resultados pretendidos, após os mesmo foram questionados sobre a sua visão do problema e qual importância que cada um atribuía para o projeto proposto.

Todos foram unânimes quanto a importância de um projeto de Gestão de Conhecimento, mas não poderiam contribuir de forma mais efetiva no processo de solução dos problemas. O conhecimento existente em níveis mais baixos da hierarquia não chega aos níveis mais elevados, este é um dos benefícios para a organização, pois a Gestão de Conhecimento tem como um de seus princípios a distribuição do conhecimento na organização.

Ficou estabelecido que cada agente seria entrevistado duas vezes em seu local de trabalho e dentro do seu turno. As entrevistas poderiam ser gravadas para não prejudicar a atividade normal e armazenar o maior número de informações possíveis. Cada entrevista poderia ter no máximo 1 hora de duração. No total foram gravados em torno de 7 horas de depoimentos.

6.3.2 Análise de Protocolos

A Análise de Protocolos foi realizada com base nos resultados obtidos nas entrevistas e observações realizadas, a decomposição dos processos e suas soluções para cada família de produto, originaram os itens utilizados na *repertory grid*, como pode ser visto na Tabela 4.1.

6.3.3 Observações

O processo de observação exigiu o acompanhamento de cada um dos agentes durante o desenvolvimento das atividades normais, neste trabalho foram utilizadas 2 horas para cada agente mestre, acumulando um total de 10 horas de observações. Ficou evidente que a realização das atividades, sem a preocupação de relatar o que estava sendo feito, apresentou algumas diferenças em relação às entrevistas gravadas.

Quando o agente precisa relatar todos os passos da sua atividade, existe uma grande possibilidade que nem tudo seja dito, este conhecimento não declarado pode ser

considerado como um conhecimento tácito, difícil de ser formalizado. A observação pode identificar este conhecimento e fazer a sua formalização, desde que o agente confirme a execução de todas as tarefas.

6.3.4 Repertory Grid

As informações utilizadas para formação da base de conhecimento inicial foram obtidas com base nas entrevistas, análise de protocolos e observações. A montagem da *repertory grid* de cada família de papel resultou das informações coletadas nos métodos citados. O próximo passo foi solicitar para cada um dos agentes mestres o preenchimento da *grid*.

Considerando que a variação poderia estar entre 0 e 5, onde 5 é o grau de maior importância, os mestres preencheram, de forma individual, uma planilha para cada família de produto. O resultado individual de cada planilha representa o conhecimento isolado de cada agente, a tabulação de todos os resultados vai permitir que seja formada uma base de conhecimento inicial para solução de problemas.

Na Tabela 6.1 podemos visualizar o resultado da montagem da *repertory grid* para solução dos problemas, que estão relacionados com as propriedades críticas da família de produtos A. Na primeira coluna da tabela encontramos as propriedades críticas e na primeira linha as soluções apontadas para correção dos problemas.

Tabela 6.1: *Repertory Grid* para extrair o conhecimento dos agentes mestres da Celupa

Família A	Aumentar vapor	Reduzir velocidade	Aumentar pressão – 1 ^a . prensa	Aumentar pressão – 2 ^a . prensa	Baixar régua
Gramatura	0	0	2	1	5
Espessura	1	0	3	2	5
Aspereza	2	1	1	0	4
Tração	4	5	1	1	2
Rasgo L	2	1	5	3	4
Rasgo T	0	2	2	0	1
Umidade C,M,T	5	3	4	4	0

7 Construção dos Modelos da Organização

Este Capítulo descreve a construção dos modelos da organização de Common KADS, descritos no capítulo 5, aplicados ao processo de produção da CELUPA. As informações apresentadas estão baseadas na realidade da organização, seus problemas e agentes envolvidos no processo de Gestão de Conhecimento. No Anexo F é possível ver a estrutura organizacional da Celupa e a forma com que os seus departamentos estão relacionados.

7.1 Os Modelos da Organização

Em OM-1 é possível visualizar a relação de problemas encontrados dentro do domínio assim como as soluções propostas para solução destes problemas. Aqui, foram enfatizados problemas críticos em relação à disponibilidade do conhecimento e a padronização de processos na organização.

Tabela 7.1: OM-1 Identificando problemas e oportunidades na Organização

Modelo da Organização (OM-1)	Problemas e Oportunidades
Problemas e Oportunidades	Falta padronização na forma de solucionar os problemas durante o processo de produção. O conhecimento prático não está documentado. Solução dos problemas muito lenta, considerando que o processo é contínuo e acarreta em grande quantidade de refugo de produção.
Contexto Organizacional	Missão: Desenvolver papéis filtrantes e especiais fixando o nome da empresa neste mercado. Fatores Externos: Aumento da exigência de qualidade dos clientes Impossibilidade de atender grandes volumes de produção. Estratégia: Aumentar a capacidade de produção Melhorar as ações de correção dos processos de produção Divulgar os produtos fabricados
Soluções	Criar um sistema de conhecimento baseado no modelo de monitoração e reparo enfocando o processo produtivo para melhorar a qualidade da produção e, conseqüentemente, reduzir as perdas aumentando a produção. Documentar o processo, seus problemas e possíveis soluções para atender as exigências de qualidade.

No modelo OM-2 são apresentadas referências aos aspectos organizacionais, como a hierarquia dos agentes e os processos envolvidos. Na Figura 7.1 que é apresentada após a Tabela 7.2, podemos visualizar a estrutura hierárquica dos agentes do domínio.

O software de ERP utilizado pela organização, considerado como um Recurso em OM-2, pode ser visto como um grande depósito de informações, mas que não contribui para a solução dos problemas de produção, o sistema apenas enfoca os aspectos ligados á produção e sua integração com os outros departamentos.

Tabela 7.2: OM-2 Descrição dos aspectos organizacionais.

Modelo da Organização (OM-2)	Aspectos Variáveis
Estrutura	Ver a Figura 7 com a estrutura atual dos agentes.
Processos	Ver Anexo D com o processo primário e secundário do negócio da organização.
Agentes	As regras dos agentes estão vinculadas às normas e procedimentos de cada departamento.
Recursos	Software de ERP para armazenar as informações corporativas.
Conhecimento	Regras e ações para correção dos processos de produção de papel. Ações anteriormente aplicadas para solução dos problemas e planilhas de qualidade contendo as propriedades de cada produto e suas especificações.
Cultura e Poder	Organização hierárquica. Gerenciamento focado em resultado. Comunicação informal entre gerências.

Um aspecto importante que deve ser considerado é o fato de que os agentes de conhecimento estão localizados abaixo do segundo nível da hierarquia, isto significa que o conhecimento destes agentes dificilmente sobe a estrutura e chega aos níveis superiores.

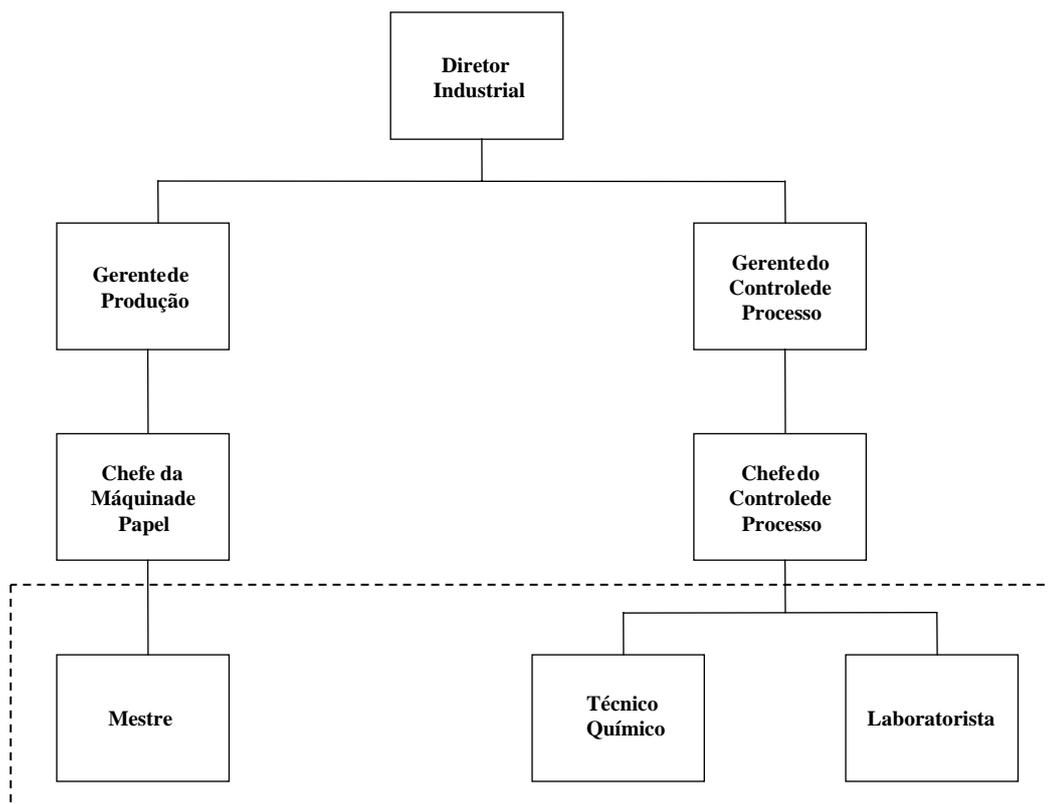


Figura 7.1: Estrutura dos agentes do domínio

Em OM-3, apresentadas na Tabela 7.3, estão descritas as tarefas do domínio do problema, os agentes responsáveis e seus insumos de conhecimento. As tarefas representam os passos desde o início do processo até o seu final, sendo que tais tarefas são classificadas quanto a sua intensidade e significância.

A Tarefa 2, 3 e 5 foram classificadas como intensivas em conhecimento e sua significância atinge o grau máximo em uma escala de 1 à 5. Neste trabalho a Tarefa 5 será o principal foco de estudo, visto que nesta tarefa estão presentes os principais aspectos ligados ao sistema de conhecimento.

Na Tarefa 5 temos os Mestres, que são os especialistas com alto grau de conhecimento. Grande parte dos seus conhecimentos são classificados como tácitos, ou seja, os próprios agentes desconhecem o fato de carregarem consigo um grande volume de informações, isto torna a organização altamente dependente das pessoas e das suas ações.

O processo de produção de papel não é estável, portanto, necessita que os Mestres executem ações de correção que irão normalizar e estabilizar a produção. Na Tarefa 3 também encontramos o mesmo tipo de característica, pois a cada novo início de produção o ponto de equilíbrio entre os intervalos de valores das propriedades críticas precisa ser alcançado.

Tabela 7.3: OM-3 Descrição dos processos em termos de tarefas e suas composições.

Modelo da Organização (OM-3)			Decomposição dos Processos			
Nro	Tarefa	Agente	Onde ?	Insumo de Conhecimento	Intensiva em Conhecimento ?	Significância
1	Receber características do papel	Comercial	Clientes	Parâmetros da produção e valores que atendem as características solicitadas	Não	3
2	Desenvolver receita do papel	Técnicos Químicos	Tarefa interna	Receitas de papel para obter determinadas características físicas	Sim	5
3	Monitorar o processo	Mestres	Tarefa interna	Etapas do processo e seus resultados	Sim	5
4	Testar qualidade do papel	Laboratoristas	Tarefa interna	Confirmar qualidade das propriedades críticas	Não	3
5	Ações para corrigir o processo de produção do papel	Mestres	Tarefa interna	Conhecimento das ações e seus resultados corretivos	Sim	5

No OM-4 é possível perceber que os insumos de conhecimento que envolvem os agentes Mestres não estão na forma e na qualidade adequada, isto ocorre em virtude da falta de uma padronização nos procedimentos executados pelos agentes.

Os demais insumos de conhecimento estão em conformidade com sua forma, lugar, momento e qualidade, não requerendo uma atenção diferenciada por parte de um sistema de conhecimento.

Tabela 7.4: OM-4 Descrição dos componentes do conhecimento no modelo da organização.

Modelo da Organização (OM-4)			Insumos de Conhecimento			
Insumo de Conhecimento	Possuído por	Aplicado em	Forma Adequada?	Lugar Adequado?	Momento Adequado?	Qualidade Adequada?
Parâmetros da produção e valores que atendem as características solicitadas	Comercial	Receber características do papel	Sim	Sim	Sim	Sim
Receitas de papel para obter determinadas características físicas	Técnicos Químicos	Desenvolver receita do papel	Sim	Sim	Sim	Sim
Etapas do processo e seus resultados	Mestres	Monitorar o processo	Não	Sim	Sim	Não
Confirmar qualidade das propriedades críticas	Laboratoristas	Testar qualidade do papel	Sim	Sim	Sim	Sim
Conhecimento das ações e seus resultados corretivos	Mestres	Ações para corrigir o processo de fabricação do papel	Não	Sim	Sim	Não

O Modelo da Organização 5 (OM-5) apresenta uma lista de itens para verificação das informações referentes à viabilidade do negócio, viabilidade técnica, viabilidade do projeto e as ações propostas.

Cada um dos itens que compõem o OM-5 são apresentados abaixo de forma resumida:

- Viabilidade do Negócio: apresenta as razões para a implantação de um sistema de conhecimento na organização.
- Viabilidade Técnica: apresenta uma série de itens que enfocam a situação atual quanto aos equipamentos disponíveis, sistemas que serão utilizados e a participação dos agentes durante o processo de levantamento das informações e implantação do sistema de conhecimento.
- Viabilidade do Projeto: apresenta aspectos favoráveis quanto ao sucesso do projeto, como exemplo é possível citar o apoio das gerências envolvidas.
- Ações Propostas: o que é necessário fazer para conseguir atingir todos os objetivos e criar um sistema de conhecimento.

O documento gerado por este modelo serve como um instrumento de decisão para a organização, pois aborda de forma direta as razões para implantação de um sistema de conhecimento, as dificuldades e resistências que serão encontradas e finalmente as ações para obter os resultados esperados e atingir o sucesso do projeto.

Tabela 7.5: OM-5 Itens de verificação para viabilidade do documento de decisão.

Modelo da Organização (OM-5)	Verificação p/ viabilidade do documento de decisão
Viabilidade do Negócio	<p>A empresa vai formar uma base de conhecimento sobre o seu negócio.</p> <p>Espera-se reduzir as perdas de produção.</p> <p>Investimentos mínimos em estrutura e equipamentos.</p> <p>Não existe outra solução em prática atualmente.</p> <p>Não serão necessárias alterações organizacionais.</p> <p>Existe o risco do processo se tornar muito complexo e a medição dos resultados pode demorar para ser avaliada.</p>
Viabilidade Técnica	<p>Tarefas complexas e agentes com alto grau de conhecimento.</p> <p>Os métodos de registro e as ferramentas disponíveis precisam ser melhorados.</p> <p>Os aspectos críticos estão ligados à participação efetiva dos agentes.</p> <p>A avaliação do sucesso somente pode ser feita a médio e longo prazo.</p> <p>Interação entre o agente e o sistema deve ser executada de forma simples e rápida.</p> <p>O sistema vai estar trocando informações com o pacote ERP da organização.</p> <p>O conhecimento é basicamente tácito e precisa ser extraído dos agentes.</p> <p>Existe o risco da troca de equipamentos fazendo com que as soluções precisem ser revisadas e reformuladas.</p>
Viabilidade do Projeto	<p>As gerências estão apoiando a execução do projeto.</p> <p>Os agentes assim como os equipamentos estão disponíveis em qualquer momento.</p> <p>As expectativas do projeto são realistas quanto aos seus resultados.</p>
Ações Propostas	<p>Foco: extrair, armazenar e compartilhar o conhecimento dos agentes ligados ao processo de produção de papel.</p> <p>Soluções: formalizar a aquisição do conhecimento utilizando um Sistema de Conhecimento.</p> <p>Espera-se formar uma base de conhecimento, reduzir as perdas na produção e formalizar os procedimentos e ações para solução dos problemas.</p> <p>Para o sucesso do projeto é necessária a participação de todos os agentes envolvidos e o comprometimento da diretoria e gerências.</p> <p>Riscos: reconsiderar as decisões do projeto, caso o processo de produção seja totalmente automatizado desde o seu início até o seu final.</p>

O Modelo da Organização 6 (OM-6) surgiu como uma proposta de extensão para a metodologia CommonKADS. A falta de uma ferramenta para avaliação e medição dos resultados dentro da metodologia motivou a criação deste novo Modelo da Organização.

O OM-6 apresenta os conceitos de Indicador e Métrica e compara os resultados dos testes realizados pelos agentes laboratoristas em relação aos intervalos de valores das propriedades críticas, esta comparação serve para avaliar a eficiência das correções executadas.

Definição de Métrica e Indicador:

- Indicador: mantém independência do processo em relação aos agentes mestres.
- Métrica: apresenta a ordem das ações para solução do problema.

O Modelo da Organização 6 (OM-6) apresenta uma forma de medir os resultados alcançados, originalmente a metodologia CommonKADS não prevê o uso deste modelo, a criação do OM-6 reflete a necessidade de uma ferramenta para medição dos resultados.

Tabela 7.6: OM-6 Definição das medidas de sucesso.

Modelo da Organização (OM-6)			
5. Ações para corrigir o processo de fabricação de papel			
Indicador	Métrica	Teste > Espec.	Teste < Espec.
Gramatura	Alimentação	(-)	(+)
	Régua	(-)	(+)
	Pressão 1 ^a . prensa	(+)	(-)
Tração	Pressão – cilindros	(-)	(+)
	Massa	(-)	(+)
	Velocidade	(-)	(+)
Umidade	Temperatura	(+)	(-)
	Vapor	(+)	(+)
	Velocidade	(-)	(-)
Porosidade	Tela	(-)	(+)
	Água	(-)	(+)
	Pressão 1 ^a .prensa	(+)	(-)
Espessura	Celulose	(-)	(+)
	Vel. Agitador	(+)	(-)
	Régua	(-)	(+)
Alvura	Soda	(-)	(+)
Opacidade	Aparas		(+)
	Celulose	(+)	
Mullen	Temperatura	(-)	(+)
	Celulose	(+)	(-)
	Água	(-)	(+)

7.2 O Modelo da Tarefa

A Tarefa 5, apresentada na Tabela 7.7, foi escolhida como foco de estudo porque apresenta o maior grau de conhecimento não formalizado, o conhecimento dos agentes não está disponível para a organização ou mesmo sob o seu controle.

O Modelo da Tarefa 1 (TM-1) aborda diversos aspectos relacionados com a execução da tarefa. Também são visualizados os agentes envolvidos, a qualidade e performance, o conhecimento e a competência necessários para a execução da tarefa.

A qualidade e performance indicam que a ação para correção do problema não necessita de uma qualidade crítica, o fator tempo é o mais determinante para que o processo de produção volte ao normal sem uma perda muito elevada de matéria prima, produto final e tempo de máquina para produção.

Tabela 7.7: TM-1 Descrição detalhada das tarefas dentro dos objetivos dos processos.

Modelo da Tarefa (TM-1)	Análise da Tarefa
Tarefa	5. Ações para corrigir o processo de fabricação de papel.
Organização	Ver Processo de Negócio Primário no Anexo D.
Metas e Valores	A tarefa exige alta qualificação com objetivo de criar e compartilhar uma base de conhecimento.
Dependência e Fluxo	Tarefas de entrada: 1. Receber características do papel Tarefas de saída: 4. Testar qualidade do papel. 5. Ações para corrigir o processo de fabricação de papel.
Objetos Manipulados	Objetos de entrada: Informações sobre a qualidade das propriedades críticas do papel em produção. Objetos de saída: Apontamento das ações de correção no processo de produção.
Tempo e Controle	Tempo: executada após a realização dos testes, em tempos pré-determinados para cada família de produtos (em média 20 minutos). Controle: disparada quando uma das propriedades críticas sai fora do padrão.
Agentes	Mestres + Sistema de Conhecimento
Conhecimento e Competência	Conhecimento sobre ações de reparo do processo de fabricação de papel
Recursos	Agentes Laboratoristas e Mestres, equipamentos para teste do papel e sistema ERP.
Qualidade e Performance	A tarefa não é de qualidade crítica mas é de tempo crítico, pois em virtude da característica do processo de fabricação ser contínua é necessário executar as correções o mais breve possível.

O Modelo da Tarefa 2 (TM-2) apresenta o item de conhecimento 5 – Ações para correção do processo de fabricação, este item está dividido em três formas e seu detalhamento é apresentado abaixo:

- **Natureza do Conhecimento**

Empírica: não pode ser comprovada, é um processo de tentativa e erro.

Quantitativa: a quantidade de ações realizadas está relacionada com o tipo de problema que precisa ser ajustado.

Base na experiência: quanto maior a experiência maior a possibilidade de sucesso na correção do problema.

Base na ação: requer de uma ação imediata.

Incompleta: as ações necessárias podem não ser completadas.

Incerto: não existe a garantia de sucesso.

Difícil verificar: em virtude do número de tentativas a verdadeira solução pode ficar encoberta por outras ações.

Tácito: o agente realiza as ações de forma automática sem perceber ou conseguir explicar como a tarefa foi realizada.

- **Formas de Conhecimento**

Memória: indica que o conhecimento se origina da capacidade de guardar eventos passados.

Habilidade: aponta que o agente necessita ter habilidade para identificar as causas do problema.

- **Avaliação do Conhecimento**

Limitações em acesso: poucas pessoas guardam o conhecimento em virtude do mesmo não ser documentado.

Limitações em qualidade: os agentes não têm uma forma de ação padronizada, isto acaba comprometendo a qualidade dos ajustes da produção.

Limitações em forma: o tipo de ação de correção no processo que será executada depende da propriedade que precisa ser corrigida.

Tabela 7.8: TM-2 Especificação do conhecimento empregado na tarefa, possibilidade de gargalos e áreas de aproveitamento.

Modelo da Tarefa (TM-2)		Item de Conhecimento
Nome		Ações para correção do processo de fabricação (5).
Processado por		Mestres da máquina de papel
Usado em		Correção do processo de produção de papel.
Domínio		Processo de manufatura contínua.
Natureza do Conhecimento		Gargalos / Pode ser melhorado ?
Formal, rigoroso		
Empírica	X	
Quantitativa, regras de manuseio	X	
Alta especialização, domínio específico		
Base na experiência	X	X
Base na ação	X	
Incompleta	X	
Incerto, pode ser incorreto	X	
Alterado rapidamente		
Difícil verificar	X	
Tácito, difícil de transferir	X	X
Formas de Conhecimento		
Memória	X	
Papel		
Eletrônico		
Habilidade	X	
Outros		
Avaliação do Conhecimento		
Limitações em tempo		
Limitações em espaço		
Limitações em acesso	X	X
Limitações em qualidade	X	
Limitações em forma	X	

7.3 O Modelo do Agente

O Modelo do Agente 1 (AM-1) apresenta, da mesma forma que o Modelo da Tarefa, as características do principal agente de conhecimento envolvido na solução do problema.

Os fatores apresentados como a comunicação com outros agentes, conhecimentos necessários, outras competências, responsabilidades e restrições, formam um quadro descritivo completo sobre o agente de conhecimento, sua responsabilidade e qualificações.

Tabela 7.9: AM-1 Especificação do Agente.

Modelo do Agente (AM-1)	Agente (AM-1)
Nome	Mestres da produção
Organização	Departamento de produção (processo primário)
Envolvida em	3. Produzir papel 5. Ações para corrigir o processo de fabricação de papel
Comunicando com	Laboratoristas: para verificar se as propriedades do controle de processo do produto estão dentro dos intervalos aceitáveis
Conhecimento	Produzir com base na experiência Processo de produção de papel Fatores de influência nas correções Prioridades para correção
Outras competências	Habilidade para solucionar problemas que não sejam relacionados com as propriedades que estejam fora do intervalo de qualidade.
Responsabilidades e Restrições	Garantir que o critério de correção dos problemas seja baseado na formalização da experiência dos agentes.

7.4 Impactos e Melhorias na Organização

Em OTA-1 são apresentadas as alterações na organização e quais os impactos causados por estas modificações. Também fazem parte desta lista de verificação as atitudes, compromissos e as ações propostas para o sucesso do projeto.

A Tabela 7.10 (OTA-1) apresenta de forma detalhada os itens do documento de decisão com base na análise da organização, no modelo da tarefa e no modelo do agente.

Tabela 7.10: OTA-1 Lista de verificação dos impactos e melhorias do documento de decisão.

Organização, Tarefa e Modelo do Agente	Lista de Verificação dos Impactos e Melhorias no Documento de Decisão
Alterações na organização	<ol style="list-style-type: none"> 1. O software, considerado como um novo agente, vai monitorar as propriedades de qualidade dos produtos fabricados. 2. Caso alguma propriedade esteja fora do intervalo ideal, o sistema identifica e vai buscar na base de conhecimento as ocorrências de solução para o problema apontado. 3. Os agentes humanos deverão apontar todos os procedimentos para correção de problemas com a intenção de alimentar a base de conhecimento.
Impactos na organização	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminuição da dependência dos agentes humanos. 2. Formalização do processo, transformando-o em capital intelectual. 3. Definição da forma de interação entre os agentes e o sistema. 4. Mudança na forma de trabalho dos Mestres e Laboratoristas. 5. Diminuição das perdas de produção
Tarefa/agente específico Impactos e alterações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Os agentes deverão monitorar e corrigir o processo de produção utilizando as informações do sistema de conhecimento. 2. Os agentes vão alimentar a base de conhecimento após cada novo problema encontrado e solucionado.
Atitudes e compromisso	Manter a base de conhecimento atualizada com informações reais sobre os procedimentos para solução dos problemas.
Ações propostas	<p>Aquisição com os Mestres, formalizando o conhecimento implantado.</p> <p>Treinar os agentes para monitorar e formalizar as soluções dos problemas.</p> <p>Acompanhar o trabalho de alimentação da base de conhecimento.</p> <p>Simular os problemas com maior grau de ocorrência para testar a eficiência do sistema.</p> <p>Apresentar os resultados para todos os agentes envolvidos.</p> <p>Definir estratégias de atualização do sistema.</p>

7.5 O Modelo de Comunicação

O Modelo de Comunicação demonstra como os agentes envolvidos no processo estão relacionados e de que forma realizam a troca de suas informações. A definição do modelo de comunicação é fundamental para o sucesso do Sistema de Conhecimento baseado em CommonKADS.

As Tabelas 7.11, 7.12 e 7.13 apresentam as transações da organização, identificadas respectivamente como A, B e C, que fazem parte do modelo de comunicação. A Figura 7.2 apresenta um esquema com os fluxos de informações no modelo de comunicação da Celupa. As transações apresentadas especificam os agentes envolvidos, objetivos da informação e suas restrições em relação ao ambiente.

Tabela 7.11: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.

Modelo de Comunicação	Descrição de Transações CM-1
Identificação da Transação – A	1. Planilhas de acompanhamento das propriedades críticas.
Objeto da Informação	Teste das propriedades críticas do processo de produção.
Agentes Envolvidos	Laboratoristas + Sistema de Conhecimento
Plano de Comunicação	Monitorar as propriedades críticas.
Restrições	O sistema vai comparar os valores das propriedades apontadas com os valores padrões estabelecidos para saber se estão dentro ou fora da especificação aceitável.
Especificação da Troca de Informações	Planilhas de controle.

Tabela 7.12: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.

Modelo de Comunicação	Descrição de Transações CM-1
Identificação da Transação – B	2. Consulta base de conhecimento para busca dos procedimentos de correção.
Objeto da Informação	Corrigir desvios e aplicar soluções.
Agentes Envolvidos	Sistema de Conhecimento + Mestres
Plano de Comunicação	Apontar as correções pela ordem de maior eficiência para correção do problema.
Restrições	O sistema vai pesquisar sua base de conhecimento e passar a apontar automaticamente os prováveis procedimentos para soluções dos problemas encontrados.
Especificação da Troca de Informações	Mestre consulta o Sistema de Conhecimento.

Tabela 7.13: CM-1 Especificando as transações dos pacotes de diálogo entre dois agentes e o modelo de comunicação.

Modelo de Comunicação	Descrição de Transações CM-1
Identificação da Transação – C	3. Inserindo os procedimentos utilizados para correção do problema.
Objeto da Informação	Registrar os procedimentos e atualizar a base de conhecimento.
Agentes Envolvidos	Sistema de Conhecimento + Mestres
Plano de Comunicação	Registro em planilha e posterior inclusão no sistema.
Restrições	O sistema vai armazenar todos os procedimentos de solução aplicados, independentes da sua eficiência.
Especificação da Troca de Informações	Alimentação dos procedimentos precisa ser realizada logo após a execução das correções do processo.

As transações do Modelo de Comunicação da organização são as seguintes:

1. Planilhas de acompanhamento das propriedades críticas.
2. Consulta base de conhecimento para buscar os procedimentos de correção.
3. Inserindo os procedimentos utilizados para correção do problema.

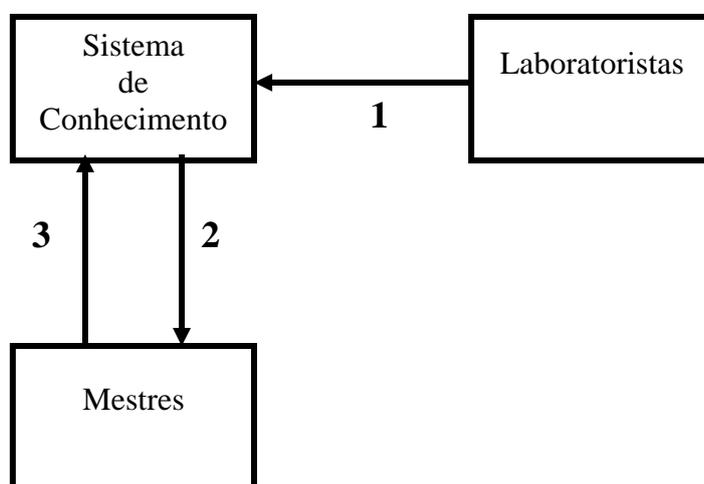


Figura 7.2: Modelo de Comunicação da Celupa

8 CONCLUSÕES

O monitoramento de um processo de produção contínuo, como é o caso do papel, apresenta o fato de que as correções do processo de fabricação somente serão percebidas e validadas no final do processo, ou seja, existe um grande risco de refugo da produção. Os agentes mestres tomam diferentes decisões impedindo que a organização consiga definir procedimentos padrões para correção dos problemas na linha de produção.

Em virtude das informações apresentadas fica claro observar que além do conhecimento explícito, adquirido em manuais e treinamentos, ainda é possível identificar a existência do conhecimento tácito não formalizado por parte dos agentes. O conhecimento dos agentes pode ser extraído com o auxílio das técnicas de aquisição de conhecimento.

A utilização da metodologia CommonKADS para implementação do sistema de conhecimento ocorre pelo fato da mesma possuir ferramentas de modelagem para representar o conhecimento organizacional. Neste estudo foram utilizados os modelos de monitoração e reparo de CommonKADS, que podem ser vistos nos Anexos E e F.

O estudo de caso apresentado serve como um valioso objeto para avaliação dos modelos de monitoramento e reparo da metodologia CommonKADS. O resultado para a organização é a formalização dos procedimentos de solução dos problemas e o armazenamento e distribuição deste conhecimento, que está em poder dos agentes mestres.

A criação do OM-6 Avaliação dos Resultados, complementa os modelos da metodologia CommonKADS, este modelo formaliza e apresenta os resultados obtidos no processo de aquisição de conhecimento. O modelo proposto por CommonKADS realiza todo mapeamento da organização, dos agentes e das tarefas, mas não apresenta de forma conclusiva um método eficiente para avaliação dos resultados da metodologia.

Como continuação deste estudo será desenvolvida uma aplicação para controlar as propriedades críticas da qualidade e realizar a busca das soluções dos problemas armazenadas na base de conhecimento. A implementação terá como base as informações contidas nos modelos da organização, modelos de tarefa e modelo de agentes, sugeridos por CommonKADS.

REFERÊNCIAS

- ABEL, M. **Um Protótipo de Sistema Especialista para Identificação de Turbiditos**. 1988. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre.
- ABEL, M. **Sistemas Especialistas**. 2000. Notas de Aula do Mestrado Profissional. PPGC da UFRGS, Porto Alegre.
- BENJAMINS, V. R. ; FENSEL, D. Editorial: problem-solving methods. **International Journal of Human-Computer Studies**, [S.l.], v.49, n.4, p.305-313, 1998.
- BEYON-DAVIS, P. **Expert Database: a gentle introduction**. London: McGraw-Hill, 1991.
- BOFF, L. H. **O processo cognitivo de trabalho de conhecimento: um estudo exploratório sobre o uso da informação no ambiente de análise de investimentos**. 2000. 179f. Tese (Doutorado) – Escola de Administração, PPGA, UFRGS, Porto Alegre.
- BOFF, L. H. **Gestão do Conhecimento**. [S.l.:s.n.], 2000.
- CHANDRASEKARAM, B. Generic tasks in knowledge-based reasoning: high level building blocks for expert system design. **IEEE Expert**, Los Alamitos, v.1, p. 23-30, 1996.
- CLANCEY, W. J. The knowledge level reinterpreted: modeling how systems interact. **Machine Learning**, Boston, p. 285-291, 1989.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK L. **Conhecimento Empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- FEIGENBAUM, E. A. Themes and case studies of knowledge engineering. In: MICHIE, D. **Expert Systems in the Micro – Eletronic Age**. Edinburg: Edinburg University Press, 1979. p.3-25.
- GROSSO, W. E.; GENNARI, J.H. et al. When Knowledge Models Collide. In: EUROPEAN WORKSHOP ON KNOWLEDGE ACQUISITION, MODELING AND MANAGEMENT, 11., 1999, Dagstuhl Castle. **Knowledge Acquisition, Modeling and Management: 11th European Workshop, EKAW: proceedings**. Berlin: Springer, 1999.
- GÓMEZ-PÉREZ, A.; BENJAMINS V.R. Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: ontologies and problem - solving methods. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, IJCAI, 1999. **[Proceedings...]**. [S.l.:s.n.], 1999.
- LIEBOWITZ, J.; WILCOX L.C. **Knowledge Management and its Integrative Elements**. Boca Raton: CRC Press, 1997.

MCDERMOTT, J. Preliminary steps towards a taxonomy of problem-solving methods. In: **Automating knowledge acquisition form expert systems**. S. Marcus: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 225-255.

NEWELL, A. The knowledge level. **Artificial Intelligence**, Amsterdam. v.18, p. 87-127, 1982.

PUERTA, A. R.; EGAR J. W. et al. A multiple-method knowledge-acquisition shell for the automatic generation of knowledge-acquisition tools. **Knowledge Acquisition**. [S.1.], v.4, p. 171-196, 1992.

SCHREIBER, A. T. The KADS approach to knowledge engineering. **Knowledge Acquisition**. [S.1.], v.4, p. 1-4, 1992.

SCHREIBER, G.; WIELINGA B. et al. CommonKADS: a comprehensive methodology for KBS development. **IEEE Expert**, Los Alamitos, v.9, n.6, p. 28-37, Dec. 1994.

SCHREIBER, G. **Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology**. Cambridge: MIT, 1999. p. 25-419.

STEELS, L. Components of expertise. **AI Magazine**, [S.1.], v.11, p. 28-49, 1990.

STUDER, R.; BENJAMINS V. R. et al. Knowledge engineering: principles and methods. **Data & Knowledge Engineering**, Amsterdam, v.25, p. 161-197, 1998.

TERRA, J. C. C. **Gestão do Conhecimento**. São Paulo: Ed. Negócio, 2000. 283p.

TERRA, J. C. C. **Portais Corporativos**. São Paulo: Ed. Negócio, 2002. 480p.

WIELINGA, B. J.; VELDE W. V. et al. The KADS knowledge modeling approach. In: **JAPANESE KNOWLEDGE ACQUISITION FOR KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS WORKSHOP**, 1992. [**Proceedings...**]. [S.1.]: Advanced Research Laboratory, 1992.

ANEXO A PROPRIEDADES DO PAPEL E SUA SUBDIVISÃO EM FAMÍLIAS

Tabela A.1: Família de Papel A - Toplight

Código	Propriedades	Crítica	Unidade	Especificação
101	Gramatura	S	g/m ²	76,8 - 83,2
104	Varição Gramatura		%	< 5
105	Tração L	S	kgf/15mm	8,00
106	Tração T	S	kgf/15mm	4,00
115	Alongamento L		%	2,20
129	Alongamento T		%	6,00
110	Rasgo L	S	gf/16fls.	85
111	Rasgo T	S	gf/16fls.	100
113	Mullen	S	kgf/cm ²	2,35
119	Cobb Test LF	S	g/m ²	26 - 38
120	Cobb Test LT	S	g/m ²	26 - 38
107	Umidade C	S	%	5,0 - 6,0
108	Umidade M	S	%	5,0 - 6,0
109	Umidade T	S	%	5,0 - 6,0
117	Porosidade	S	seg	15 - 35
123	Formação		-	2 - 5
121	Cinzas		%	4,0 - 6,0

Tabela A.2: Família de Papel B - Celucrepe

Código	Propriedade	Crítica	Unidade	Especificação
101	Gramatura	S	g/m ²	38,0 - 42,0
104	Varição Gramatura		%	< 5,0
117	Porosidade		Seg	8,0 - 17,0
124	Crepe	S	mm/80fls	10,18
125	Tração Seco L	S	kgf/15mm	1,3 - 2,4
127	Tração Úmido L	S	kgf/15mm	0,55 - 0,72
133	Tração Residual		%	> 20
130	Ascensão Capilar L	S	mm	27,0 - 37,0
135	Alongamento	S	%	8,0 - 18,0
134	pH Papel		-	6,5 - 7,5
103	Espessura		mm	120 - 160
107	Umidade C	S	%	4,8 - 5,2
108	Umidade M	S	%	4,8 - 5,2
109	Umidade T	S	%	4,8 - 5,2
132	Orientação de Fibra		-	0,7 - 0,9

Tabela A.3: Família de Papel C - Celubond

Código	Propriedade	Crítica	Unidade	Especificação
101	Gramatura	S	g/m ²	47,5 - 50,5
104	Varição Gramatura		%	< 5
103	Espessura	S	µm	59,0 - 74,0
136	Aspereza Bendtsen LT	S	mL/min.	< 390
137	Aspereza Bendtsen LF	S	mL/min.	< 230
118	Alvura		%	> 86,0
102	Opacidade		%	> 79,0
105	Tração L	S	kgf/15mm	> 4,20
106	Tração T	S	kgf/15mm	> 2,00
115	Alongamento L		%	> 1,80
129	Alongamento T		%	> 5,20
110	Rasgo L		gf/16fls.	> 32,0
111	Rasgo T		gf/16fls.	> 42,0
119	Cobb Test LF	S	g/m ²	< 40,0
120	Cobb Test LT	S	g/m ²	< 40,0
107	Umidade C	S	%	4,5 - 6,0
108	Umidade M	S	%	4,5 - 6,0
109	Umidade T	S	%	4,5 - 6,0
117	Porosidade		seg	16 - 30
121	Cinzas	S	%	12,5 - 15,0
126	Coordenadas L*		-	> 92,50
127	Coordenadas a*		-	> 0,1
128	Coordenadas b*		-	< - 1,0

Tabela A.4: Família de Papel D - Filtrante

Código	Propriedade	Crítica	Unidade	Especificação
101	Gramatura	S	g/m ²	52,5 - 57,5
104	Varição Gramatura		%	< 5
117	Porosidade		seg	12,0 - 18,0
124	Crepe	S	mm/80fls	10,9 - 12,5
136	T. Filtração C	S	seg/100ml	Máx.50
140	T. Filtração T	S	seg/100ml	Máx.50
125	Tração Seco L	S	kgf/15mm	2,5
133	Tração Residual		%	16 - 20
132	Orientação de Fibra		-	0,3 - 0,6
115	Alongamento L	S	%	> 6,5
107	Umidade C	S	%	5,5 - 6,5
108	Umidade M	S	%	5,5 - 6,5
109	Umidade T	S	%	5,5 - 6,5

ANEXO B PLANILHA DE REGISTRO DAS AÇÕES PARA CORREÇÃO DE PROBLEMAS.

Tabela B.1: Registro das ações para correção de problemas.

Família X	Propriedade1	Propriedade2	Propriedade3	Propriedade4
Solução1				
Solução2				
Solução3				
Solução4				
Solução5				
Solução6				
Nova Solução1				
Nova Solução2				
Nova Solução3				

O preenchimento das ações de correção na planilha indicam quais as soluções aplicadas quando uma propriedade está fora da especificação normal. As linhas em branco no final da planilha, servem para que o agente anote para uma posterior inclusão no Sistema de Conhecimento as ocorrências que ainda não estão registradas.

Estes procedimentos contribuem para fazer com que o Sistema de Conhecimento tenha um mecanismo automático de atualização e extração do conhecimento dos agentes, isto acaba garantindo, a médio prazo, uma independência do conhecimento dos agentes e a formalização das soluções dos problemas mais frequentes para cada família de produto.

ANEXO C PLANILHA DE APONTAMENTO DOS TESTES FÍSICOS.

 CONTROLE DE QUALIDADE DA PRODUÇÃO			MP 02		Fls.: 01							
Data: <u>14.12.01</u>		Papel: Filtrante	g/m ² : 54,0		Cliente: <u>W/AKO</u>		OP: _____					
A= Aprovado			R = Reprovado				S = Separado					
Testes	Unidade	Especif.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Nº Rolo	-	-	3884	3885	3886	3887	3888	3889	3890	3891	3892	3893
Hora	-	-	02:26	03:09	03:54	04:40	05:27	06:13	06:58	07:44	08:30	09:16
Gramatura	g/m ²	51,7 - 56,3	56,7	54,5	53,3	55,0	54,9	55,2	54,0	54,8	53,4	54,4
Varição Gramatura	%	< 5	5,8	5,3	3,5	4,3	4,1	4,7	4,4	7,5	3,9	5,3
Porosidade	seg	12,0 - 18,0	15,8	14,1	12,7	12,8	13,5	13,7	13,5	14,0	14,5	13,4
Crepe	mm/80fls	11,3 - 12,5	11,84	11,48	11,55	11,88	11,75	11,73	11,70	11,48	11,95	11,60
T. Filtração C	seg/100ml	Máx.50	43	37	37	38	36	40	35	38	36	34
T. Filtração C	seg/100ml	-	43	39	41	37	37	42	40	40	32	35
T. Filtração T	seg/100ml	Máx.50	37	43	35	42	38	39	38	38	39	39
T. Filtração T	seg/100ml	-	39	40	36	41	40	36	41	37	41	41
Temperatura	°C	-	27°	27°	26,8°	26,7°	26,7°	26,7°	26,7°	26,7°	26,7°	26,7°
Tração Seco L	kgf/15mm	2,5	3,19	3,10	3,16	3,36	3,37	3,41	2,37	2,85	3,36	3,34
Tração Úmido L	kgf/15mm	-	0,80	0,75	0,85	0,83	0,86	0,79	0,90	0,72	0,80	0,82
Tração Residual	%	16 - 20	25,07	24,19	26,89	24,70	25,51	23,76	26,70	25,26	22,80	24,85
Tração Seco T	kgf/15mm	-	1,88	1,73	1,96	1,81	1,95	1,94	1,96	1,98	1,91	2,02
Orientação de Fibra	-	0,3 - 0,6	0,58	0,55	0,62	0,53	0,57	0,56	0,55	0,67	0,56	0,60
Alongamento L	%	> 6,5	9,96	9,54	10,53	10,38	9,74	10,15	10,04	9,30	9,64	9,77
Velocidade	m/min.	-	430	430	430	430	430	430	430	430	430	430
Alvura	°ISO	-										
Espessura	mm	-										
Umidade C	%	5,5 - 6,5	5,9	5,8	5,1	4,9	5,1	5,5	5,0	4,8	5,4	5,0
Umidade M	%	5,5 - 6,5	5,5	5,5	4,7	4,9	4,6	4,6	4,4	4,8	5,1	4,6
Umidade T	%	5,5 - 6,5	6,5	5,3	5,3	5,2	5,7	5,6	5,2	5,2	5,7	5,4
Pintas	64 m ²	4 - 7	5,9	5,5	5,0	5,0	5,1	5,2	4,8	5,2	5,4	5,0

Figura C.1: Planilha de apontamento dos testes físicos.

O sistema de conhecimento deverá conter estas informações para automaticamente sinalizar aos agentes Mestres os problemas com as propriedades que estiverem fora da especificação.

ANEXO D PROCESSO PRIMÁRIO E PROCESSO SECUNDÁRIO DA ORGANIZAÇÃO.

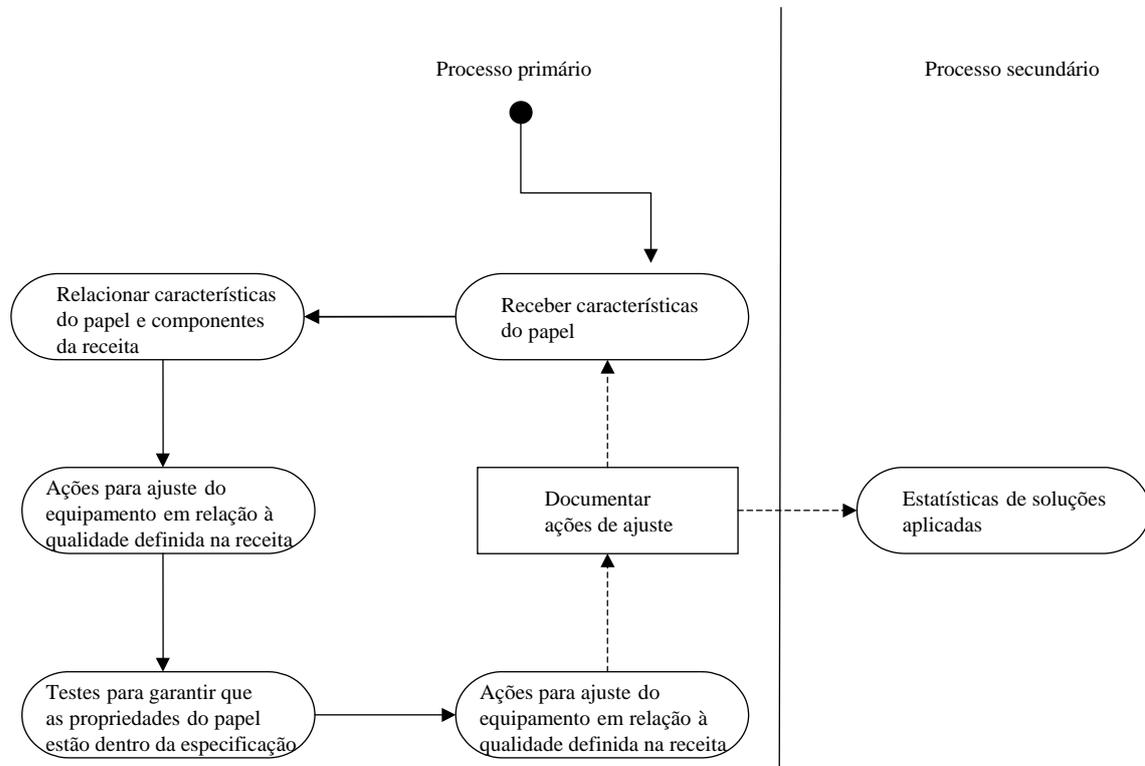


Figura D.1: Processo primário e secundário da organização

ANEXO E INFERÊNCIA DE COMMONKADS PARA O MODELO DE MONITORAÇÃO.

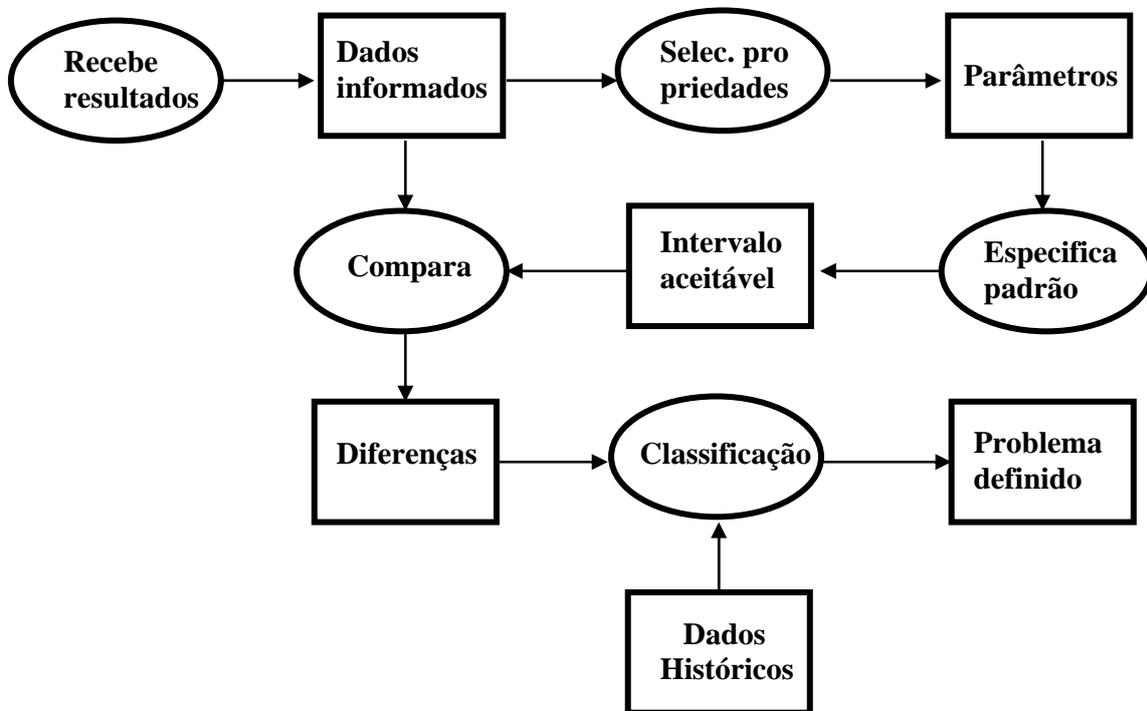


Figura E.1: Modelo para Monitoração de CommonKADS.

ANEXO F INFERÊNCIA DE COMMONKADS PARA O MODELO DE REPARO.

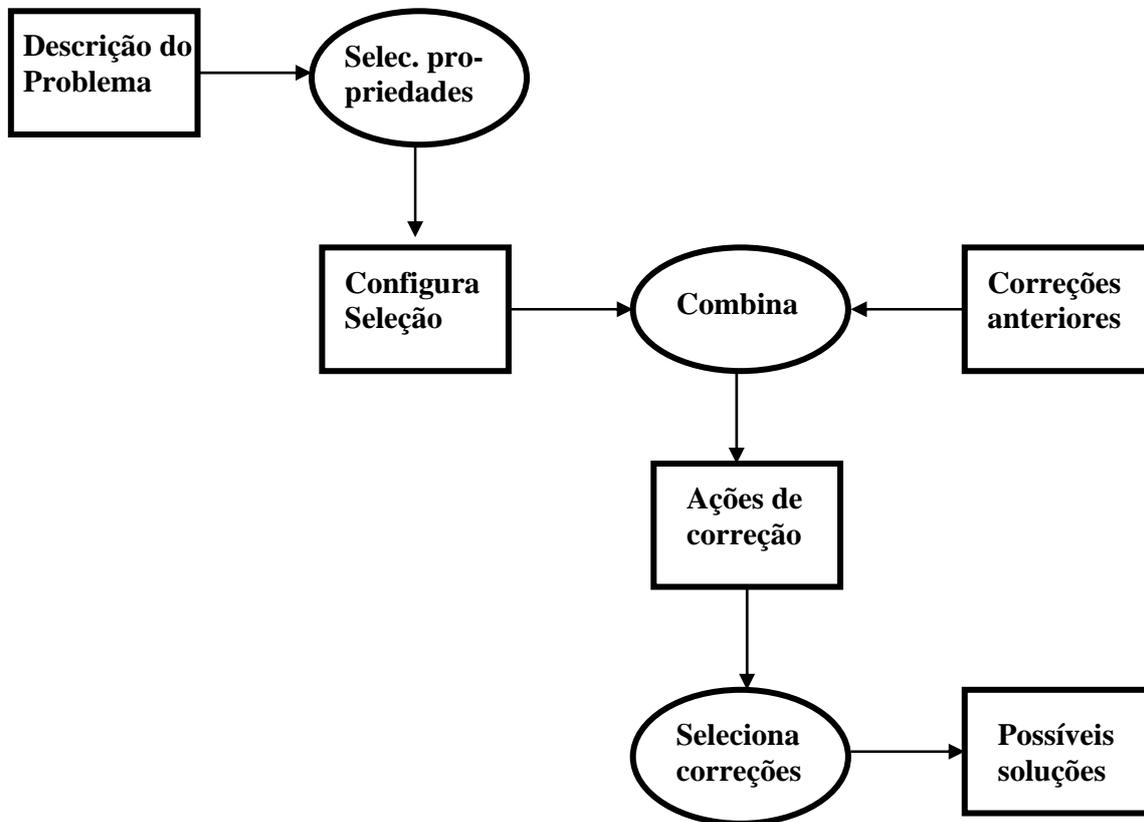


Figura F.1: Modelo para Reparo de CommonKADS.

ANEXO G TAREFA DE DIAGNÓSTICO NO PLANO DE COMUNICAÇÃO.

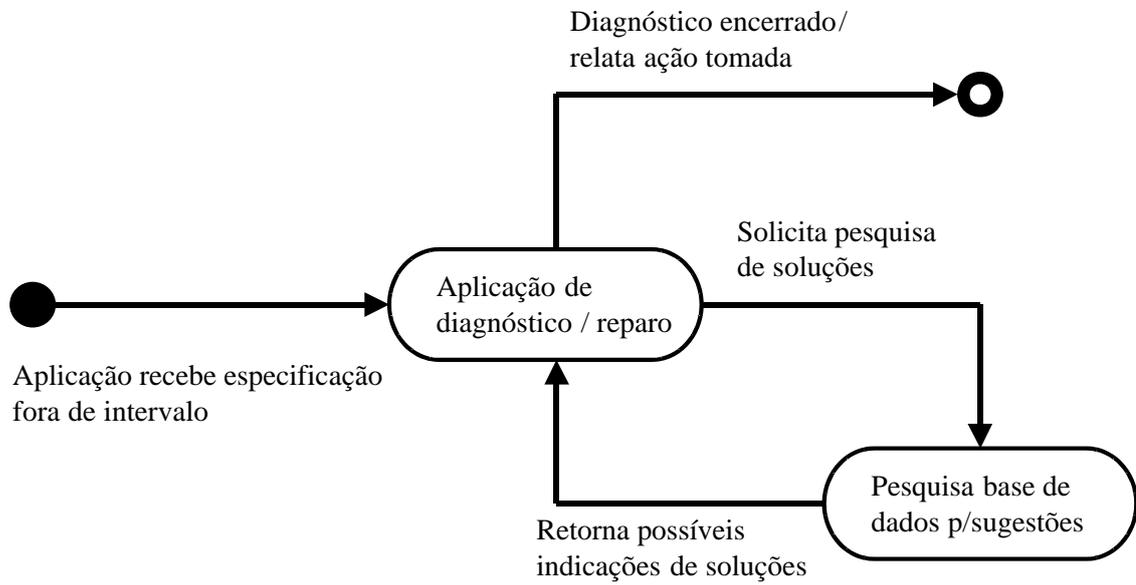


Figura G.1: Tarefa de diagnóstico no plano de comunicação.

ANEXO H ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CELUPA

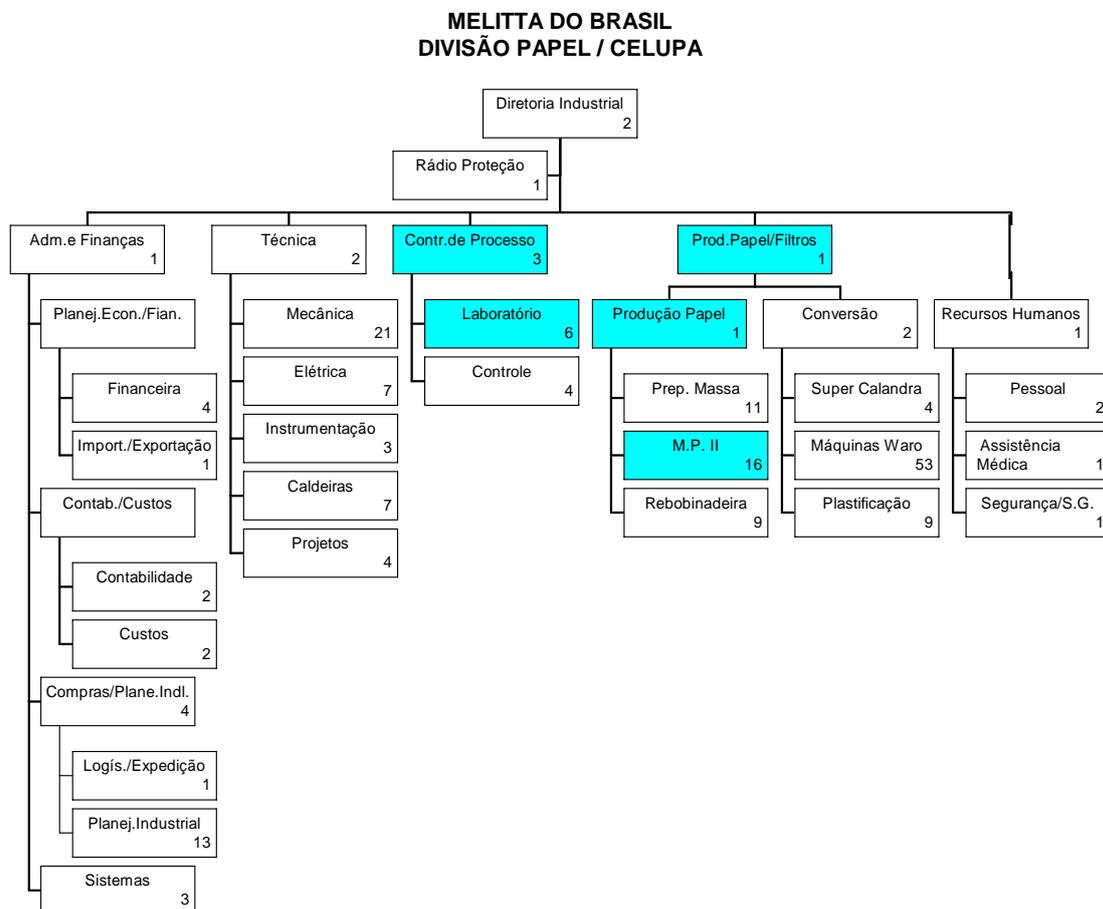


Figura H.1: Estrutura Organizacional da Celupa.

As caixas pintadas acima mostram as áreas envolvidas no processo de aquisição de conhecimento. Abaixo é possível visualizar um esquema resumido demonstrando os especialistas que foram pesquisados neste trabalho:

- Controle de Processo
 - Laboratório
 - Técnico Químico (1)
 - Laboratoristas (5)
- Produção de Papel
 - MP II
 - Mestres (5)