

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

(Bacharelado)

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA FORMAÇÃO DE
PREÇOS E CONTROLE DE ESTOQUE APLICADO A
EMPRESAS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO, UTILIZANDO
RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

ALAN AUGUSTO LIRA

BLUMENAU, JUNHO/2002.

2002/1-02

SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA FORMAÇÃO DE PREÇOS E CONTROLE DE ESTOQUE APLICADO A EMPRESAS DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO, UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

ALAN AUGUSTO LIRA

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Paulo Roberto Dias — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do
TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Paulo Robert Dias

Prof. Ricardo de Alencar Azambuja

Prof. Dr. Oscar Dalfovo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais que me apoiaram em toda minha vida, e sem eles não teria conquistado mais esta vitória. Pela tolerância à minha pessoa em momentos de impaciência, horas causada pelo próprio estudo.

A minha namorada, pelo incentivo, paciência, carinho e compreensão que teve comigo no desenvolvimento deste trabalho, onde certas vezes tive que trocar seus braços pelo teclado do computador.

Agradeço a Deus por estar presente em todos os momentos e me dando força nos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador, o Mestre Paulo Roberto Dias, pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho. Também ao doutor Oscar Dalfovo e ao mestre Ricardo de Alencar Azambuja por terem participado da banca examinadora deste trabalho, ajudando em minha formação sugestionando esta monografia e o sistema com melhorias necessárias para se tornar um trabalho digno de aprovação.

Aos meus familiares por tudo que me ensinaram.

Agradeço também a meus colegas de trabalho, de faculdade e amigos, em especial a dois amigos que me ajudaram muito na confecção deste trabalho, Paulo Sérgio Ribeiro, meu mestre no desenvolvimento de minha profissão até o presente momento e também Fernando Eugênio Bauler que foi de grande ajuda no auxílio ao desenvolvimento de meu sistema.

Finalmente, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	3
2 ORGANIZAÇÃO, INFORMAÇÃO E SISTEMA	5
2.1 DADOS VERSUS INFORMAÇÃO	6
2.2 SISTEMA	7
2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	8
3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	11
4 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS	14
4.1 ANÁLISE ESSENCIAL DE SISTEMAS	14
4.2 FERRAMENTA CASE.....	16
4.3 AMBIENTE VISUAL DELPHI.....	17
4.4 BANCO DE DADOS	17
4.5 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	18
4.5.1 HISTÓRICO.....	18
4.5.2 DEFINIÇÕES.....	19
4.5.3 FUNDAMENTOS DO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS.....	20
4.5.3.1 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	21

4.5.3.1.1 MEMÓRIA DE CASOS.....	22
4.5.3.1.2 INDEXAÇÃO DOS CASOS.....	23
4.5.3.2 RECUPERAÇÃO DOS CASOS.....	24
4.5.3.2.1 SIMILARIDADE	24
4.5.3.2.2 MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO	25
4.5.3.3 REUTILIZAÇÃO DE CASOS.....	29
4.5.3.4 REVISÃO DO CASO	29
4.5.3.5 RETENÇÃO DO CASO (APRENDIZADO)	30
4.5.4 TRABALHOS CORRELATADOS	31
5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	32
5.1 ANÁLISE DO SISTEMA ATUAL.....	32
5.2 SISTEMA PROPOSTO.....	32
5.3 MODELAGEM DO SISTEMA	33
5.3.1 LISTA DE EVENTOS	33
5.3.2 DIAGRAMA DE CONTEXTO	34
5.3.3 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO	35
5.3.4 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS	36
5.3.5 DICIONÁRIO DE DADOS	39
5.4 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO	42
5.5 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	43
5.6 IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO	44
6 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.....	45
7 CONCLUSÕES	56
7.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS	57

7.2 SUGESTÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Ambiente de um sistema.....	8
FIGURA 2 – Janela de 4 folhas sem bandeirola	11
FIGURA 3 – Perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola	13
FIGURA 4 – Exemplo de Diagrama de Contexto.....	15
FIGURA 5 – Exemplo de Diagrama de Fluxo de Dados	15
FIGURA 6 – Exemplo de Modelo Entidade-Relacionamento	15
FIGURA 7 – Fórmula da similaridade da Recuperação do Vizinho mais Próximo	27
FIGURA 8 – Diagrama de Contexto.....	34
FIGURA 9 – MER – Modelo Lógico.....	35
FIGURA 10 – MER – Modelo Físico	36
FIGURA 11 – DFD do evento de número Um.....	37
FIGURA 12 – DFD do evento de número Dois	37
FIGURA 13 – DFD do evento de número Três	38
FIGURA 14 – DFD do evento de número Quatro	38
FIGURA 15 - DFD do evento de número Cinco.....	39
FIGURA 16 – Janela de 4 folhas sem bandeirola	43
FIGURA 17 – Perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola	43
FIGURA 18 - Descontos de perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola...	43
FIGURA 19 – Tela de cadastro de clientes	45
FIGURA 20 – Tela de cadastro de perfis	46
FIGURA 21 – Tela de cadastro de esquadrias	47
FIGURA 22 – Tela principal	48
FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar”	49

FIGURA 24 – Otimização de perfis em estoque.....	55
FIGURA 25 – Perfis que faltam para completar orçamento	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Sistema de esquadrias de alumínio, seus objetivos e elementos.....	8
TABELA 2 – Tabela usada para cálculo de uma janela de 4 folhas de correr	12
TABELA 3 – Descrição do material gasto para fabricação de uma janela de 4 folhas de correr, com altura de 1,20m e largura de 1,50m.....	13
TABELA 4 – Exemplo de casos da base de casos	27
TABELA 5 – Novo caso a ser comparado	28
TABELA 6 – Valores atribuídos	28
TABELA 7 – Perfis em estoque, antes de confirmar orçamento	46
TABELA 8 – Perfis em estoque, depois de confirmar orçamento	46
TABELA 9 – Uso da similaridade na tabela de casos.....	54

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo um estudo sobre Sistemas de Informação e aplicação dos conceitos de Raciocínio Baseado em Casos como similaridade, indexação, memória de casos, reutilização de casos e retenção dos casos. Para demonstrar estes conceitos especificou-se e implementou-se um sistema aplicado a uma empresa de esquadrias de alumínio com objetivo de ajudar na formação de preços, controle de estoque e otimização de material.

ABSTRACT

This course conclusion work objective a study about Information Systems and Case Based Reasoning application concepts just like similarity, indexing, case of memory, case reutilization and case retention. Objective presenting these concepts, was specified and implemented a system applied to the aluminium square with objective helping for price formation, stock control and material of optimization.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Fayyad (1996), antigamente as empresas eram desorganizadas, permitindo que informações importantes fossem esquecidas sem se preocupar em armazená-las para uso futuro. Mais recentemente surgiu a preocupação das empresas em armazenar os dados de alguma forma. Porém, estes dados eram armazenados de forma manual, sem um critério de organização. Isto não resolvia completamente o problema, pois a recuperação destes era demorada e difícil.

Numa publicação recente, Dalfovo (2000) relata que, para a empresa alcançar os objetivos desejados, a habilidade de tomar decisões rápidas e eficazes é de vital importância para ambos, o administrador e sua organização. A meta de qualquer executivo é manter sua empresa funcionando com lucratividade. Automatizar os processos de produção, eliminar o fluxo de papéis e guardar de forma segura as informações necessárias à empresa, estas informações também necessitam ser rapidamente encontradas quando necessário. Cita-se ainda que o uso eficaz da informação nas organizações passa a ser um patrimônio, que é considerado um fator chave para o sucesso das organizações.

Entende-se por organizações toda instituição cujo objetivo é a prestação de bens e serviços à sociedade em geral, visando a obtenção de lucro. A informatização nas organizações é o desenvolvimento de vários sistemas às necessidades básicas do negócio da empresa. Os projetos bem-sucedidos não se baseiam em coqueluches. Baseiam-se em tendências (Furlan, 1994).

Complementando a informatização têm-se os sistemas de informação. Segundo Laudon (1999), independentemente do tamanho, cada vez mais as organizações necessitam dos sistemas de informação para reagir aos problemas e oportunidades do ambiente de negócios. Estes sistemas estão transformando a maneira como o trabalho é conduzido e como os produtos e serviços são produzidos.

Segundo Stair (1999) define-se sistemas de informação como uma série de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e

armazenam (processamento), disseminam (saída) os dados e informações e fornecem um mecanismo de *feedback*.

Novamente Laudon (1999) destaca que, os sistemas de informação computadorizados captam dados de fora ou de dentro de uma organização através de formulários em papel que registram e os colocam diretamente em um sistema de computadores através de um teclado ou outro dispositivo.

As organizações em questão, empresas de esquadrias de alumínio, têm como objetivo final, a produção e instalação de suas esquadrias. Conforme pesquisa realizada, a grande maioria destas empresas ainda armazena suas informações, efetuam seus controles e cálculos como descrito acima por Fayyad (1996), de maneira manual. Assim é de valiosa importância um sistema de apoio à geração de orçamentos e também ao setor de aquisição de materiais para estoque.

Segundo a experiência relata, na maioria das empresas de esquadrias em alumínio, quando um cliente qualquer entra na loja, ou telefona para fazer um orçamento das esquadrias necessárias, este passa as medidas e o orçamento é feito através de tabelas descritas no capítulo 3. O problema destas tabelas, é que estas são confeccionadas uma vez somente, obtendo-se o peso dos perfis de um fabricante de alumínio com mais *status* no momento de sua confecção. Assim são usadas estas tabelas mesmo quando são utilizados alumínios de fabricantes diferentes. Tem mais um problema também mencionado no capítulo 3, que é o aproveitamento do corte e perda de material, utilizando-se uma perda fixa nestas tabelas.

O sistema proposto tem por finalidade reverter estes problemas citados acima, pois o orçamento será calculado através de perfis cadastrados no sistema que estarão em constante atualização a cada aquisição de material. O sistema também proporciona o aproveitamento e perda de material de acordo com os perfis disponíveis em estoque no momento do orçamento.

Para o desenvolvimento deste sistema se fez uso da técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC). Alves Júnior (1998) descreve RBC como uma técnica que busca resolver

novos problemas adaptando soluções usadas para resolver problemas anteriores. A descrição de problemas existentes, conhecida como casos, é utilizada para sugerir um meio de resolver um novo problema, alertar o usuário de possíveis falhas observadas no passado e interpretar a situação atual.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho teve como principal objetivo desenvolver um sistema de apoio aos setores de vendas e produção de empresas de esquadrias de alumínio. Para o setor de vendas o software pretende facilitar, aumentar a velocidade e precisão no processo de elaboração de orçamentos para esquadrias em alumínio, isto foi possível através do uso da técnica de RBC. Como consequência da formulação de orçamentos controla-se eficazmente o estoque de barras de alumínio e, também, para o setor de produção obtêm-se a forma (otimização) de corte de material para um melhor aproveitamento do mesmo.

O trabalho tem como objetivos específicos:

- a) facilitar o processo de elaboração dos orçamentos (sob medida), incluindo com maior precisão a perda de materiais (sucata) envolvidos;
- b) controlar o estoque de barras de alumínio;
- c) fornecer a otimização de corte de material.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em 8 capítulos, sendo que no capítulo 1 apresenta uma introdução à organização e ao sistema em geral, os objetivos e a estrutura do mesmo.

No capítulo 2 apresenta-se uma fundamentação ao tema Sistemas de Informação, demonstrando alguns conceitos básicos, porém necessários para o seu entendimento.

No capítulo 3 mostra-se uma visão geral de Esquadrias em Alumínio, como funciona o cálculo do orçamento na maioria das empresas na atualidade, e detalhes do que se pretende fazer com o sistema proposto.

O quarto capítulo detalha as ferramentas utilizadas como Delphi, Microsoft Access, e ferramenta Case; também são detalhadas técnicas utilizadas no desenvolvimento do sistema, como RBC e Análise Essencial.

No capítulo 5 mostra-se o que foi implementado no sistema, o que o sistema se propõe, que técnicas foram utilizadas em relação ao RBC. Ainda neste capítulo define-se a modelagem do sistema em questão, identificando processos, fluxos, eventos e dados presentes no sistema.

O sexto capítulo trata da implementação do sistema em si, mostrando as telas do mesmo e detalhando-as, identificando onde estão os princípios do RBC.

E para finalizar, encontra-se no capítulo 7 conclusões, sugestões e dificuldades encontradas ao implementar e desenvolver o presente trabalho.

2 ORGANIZAÇÃO, INFORMAÇÃO E SISTEMA

Segundo Wetherbe (1987), as organizações são sistemas projetados por homens e controlados pelos mesmos. As entidades de um sistema organizacional são pessoas, equipamentos, estoque, procedimentos, idéias, etc., arranjados para interagirem com a finalidade de chegar a um ou mais objetivos.

Com a estabilização da economia, e a redução dos custos, muitas empresas não estão conseguindo honrar seus compromissos, pelo motivo de estar produzindo e vendendo o seu produto abaixo do preço de custo, por não possuírem um sistema de cálculo de custo. A maioria das empresas falham porque não se utilizam de um Sistema de Informação. Para sua tomada de decisão, limitam-se, no seu dia-a-dia, às informações operacionais, isto quando informatizadas. As empresas que conseguirem adaptar-se, mudar, quebrar esses paradigmas, usar modernas tendências dos negócios e da tecnologia de informação, serão muito competitivas, conseguirão atingir suas metas, e o tão esperado lucro (Dalfovo, 2000).

Conforme Furlan (1994), comandar a empresa por meio de computadores em vez de papéis não é somente uma questão de modernidade, mas principalmente de agilidade e precisão. Em função da complexidade das operações e da competição no mercado, as empresas estão sendo obrigadas a dinamizar seu processo de decisão. O executivo pode visualizar em segundos o que antes levava dias para ver pelos métodos manuais. Isto tudo com menos pessoas envolvidas no processo, o que diminui a possibilidade de erros e minimiza custos administrativos.

Dalfovo (2000), continua descrevendo que, para que a empresa alcance os objetivos desejados, a habilidade de tomar decisões rápidas e eficazes é de vital importância para o administrador e sua organização. Automatizar os processos de produção, eliminar o fluxo de papéis e garantir a efetividade da comunicação na organização é o caminho mais lógico. Então se pergunta: qual o caminho mais efetivo para garantir a capacidade competitiva da organização. Aparentemente, há dois processos lógicos que levam a este objetivo: um orienta-se para a automação dos processos produtivos, o outro se ocupa com as atividades administrativas dos sistemas.

O sistema desenvolvido abrange principalmente o segundo processo lógico, que se relaciona com atividades administrativas, onde será de total importância à pessoa responsável por compras de materiais e também ao setor de atendimento ao cliente; mas o sistema ainda será importante nos processos produtivos, disponibilizando a forma de corte para um melhor aproveitamento do material.

Relata Dalfovo (2000) que, com a rápida evolução e mudanças tecnológicas é fundamental que os executivos tenham grande versatilidade em suas decisões, mas, para isso, é necessário que tenham em mãos informações precisas e atualizadas. Os Sistemas de informação surgiram como uma forma de manter o executivo preparado, com visão integrada de todas as áreas da empresa, isto sem gastar muito tempo ou requerer do mesmo um conhecimento aprofundado da área.

2.1 DADOS VERSUS INFORMAÇÃO

Em uma publicação não muito recente Wetherbe (1987), relata que “a informação é o resultado da coleta e organização dos dados. Dentro de uma orientação de sistemas de informação, os dados se tornam informação quando são a base sobre a qual possam ser tomadas decisões eficientes e eficazes. Isto é, a informação é usada para aumentar a probabilidade de que a decisão correta seja tomada”.

Descreve Dalfovo (2000), que informação é o produto da análise dos dados existentes nas empresas que transmite conhecimento e pode auxiliar o executivo na tomada de decisão, utilizando os dados, que são elementos em sua forma bruta, como textos, imagens, sons, vídeos, números, entre outros; que sozinhos não conseguem expressar determinada situação.

Segundo Stair (1999), dados são os fatos em sua forma primária, representam as coisas do mundo real, como por exemplo, a descrição de um perfil de alumínio, seu código, peso, quantidade em estoque. Quando estes dados estão organizados ou arranjados de maneira significativa, recebem maior valor, eles se tornam uma informação. Informação é um conjunto de fatos organizados de tal forma que adquirem valor adicional além do valor do fato em si.

O tipo de informação criada depende da relação definida entre os dados existentes. Adicionar dados novos ou diferentes significa que as relações podem ser redefinidas, e novas informações podem ser criadas.

A transformação de dados em informação é um processo, ou uma série de tarefas logicamente relacionadas, executadas para atingir um resultado definido. O processo de definição de relações entre dados requer conhecimento, que é o corpo ou as regras, diretrizes e procedimentos usados para selecionar, organizar e manipular os dados, para torná-los úteis para uma tarefa específica. O ato de seleção ou rejeição dos fatos, baseados na sua relevância em relação a tarefas particulares é também um tipo de conhecimento usado no processo de conversão de dados em informação. Assim, a informação pode ser considerada um dado tornado mais útil através da aplicação do conhecimento. O conjunto de dados, regras, procedimentos e relações que devem ser seguidos para se atingir o valor informacional ou o resultado adequado do processo está contido na base do conhecimento (Stair, 1999).

O que é importante não é tanto a fonte dos dados ou como eles são processados, mas se os resultados são úteis e de valor para um tomador de decisões.

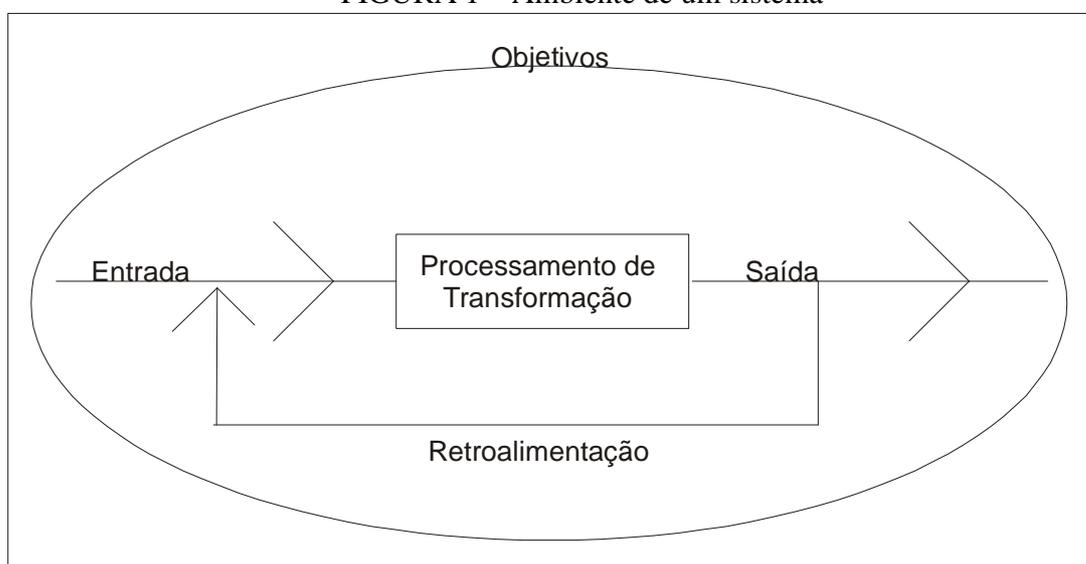
Conforme pesquisa realizada, a maioria das empresas de esquadrias de alumínio tem seus dados armazenados em papéis, enquanto são necessários para determinada operação, após um determinado tempo que estes dados não são utilizados, seus papéis são excluídos para que haja espaço na caixa de arquivos para novos dados. Estes dados devem ser transformados em informações computacionais para que sejam mais rapidamente buscados, para que não sejam perdidos jamais e possam ser utilizados para um melhor desempenho em determinadas operações necessárias à empresa.

2.2 SISTEMA

De acordo com Dalfovo (2000), sistema é um conjunto de partes independentes que, juntas, formam um todo, para exercer uma dada função. Os componentes de um sistema são as entradas, o processamento e saídas; visualizados conforme Figura 1.

Já Stair (1999) conceitua sistemas como um conjunto de elementos ou componentes que interagem para se atingir objetivos. Os próprios elementos e as relações entre eles determinam como o sistema trabalha. Os sistemas têm entradas, mecanismos de processamento, saídas e feedback. Estes componentes de sistema serão mais bem detalhados no próximo capítulo, especificando os sistemas de informação. Bons sistemas ajudarão uma organização a atingir seus objetivos, aperfeiçoando os processos empresariais e adicionando valor aos seus produtos. A Tabela 1 mostra o sistema das empresas envolvidas neste trabalho com seus elementos.

FIGURA 1 – Ambiente de um sistema



Fonte: Adaptado de Dalfovo (2000, p.17).

TABELA 1 – Sistema de esquadrias de alumínio, seus objetivos e elementos.

Objetivos	Elementos		
	Entradas	Mecanismos de Processamento	Saídas
Eficácia e eficiência na fabricação de esquadrias	Clientes Matéria prima Profissionais	Orçamento Aquisição de material Corte Montagem Limpeza	Esquadrias acabadas e com qualidade

2.3 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Conforme Heinrich (2000), um Sistema de Informação é um conjunto de componentes reunidos para realizar o processamento de dados de uma organização,

respeitando os parâmetros legais e fornecendo aos executivos apoio às atividades de planejamento, acompanhamento e tomada de decisão.

Segundo Dalfovo (2000), Sistemas de Informação são formados pela combinação estruturada de vários elementos, organizados da melhor maneira possível, visando atingir os objetivos da organização. São integrantes dos Sistemas de Informação: a informação (dados formatados, textos livres, imagens e sons), os recursos humanos (pessoas que coletam, armazenam, recuperam, processam, disseminam e utilizam as informações), as tecnologias de informação (o hardware e o software usados no suporte aos Sistemas de Informação) e as práticas de trabalho (métodos utilizados pelas pessoas no desempenho de suas atividades).

Sistemas de Informação podem ser divididos em quatro categorias, de acordo com o nível em que atuam:

- a) Sistemas de Informação em Nível Operacional: são aqueles que monitoram as atividades elementares e transacionais da organização e têm, como propósito principal, responder a questões de rotina e fluxo de transações;
- b) Sistemas de Informação em Nível de Conhecimento: são aqueles de suporte aos funcionários especializados e de dados em uma organização, com o propósito de ajudar a empresa a integrar novos conhecimentos ao negócio e controlar o fluxo de papéis;
- c) Sistemas de Informação em Nível Administrativo: são os sistemas que suportam monitoramento, controle, tomada de decisão e atividades administrativas, com o propósito de controlar e prover informações de rotina para a direção setorial;
- d) Sistemas de Informação em nível Estratégico: são aqueles que suportam as atividades de planejamento de longo prazo dos administradores seniores, com propósito de compatibilizar mudanças no ambiente externo com as capacidades organizacionais existentes Dalfovo (2000).

Segundo Stair (1999) Sistemas de Informação é um tipo especializado de sistema; é uma série de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e armazenam (processo), disseminam (saída) os dados e informações e

fornece um sistema de *feedback*. Estas atividades intermediárias de Sistemas de Informação estão mais bem detalhadas abaixo:

- a) entrada: é a atividade de captar e juntar dados primários. Independentemente do sistema envolvido, o tipo de entrada é determinado pela saída desejada do sistema. Esta entrada ainda pode ser um processo manual ou automatizado.
- b) processo: envolve a conversão ou transformação dos dados em saídas úteis. O processamento pode envolver cálculos, comparações e tomada de ações alternativas, e a armazenagem dos dados para uso futuro.
- c) saída: envolve a produção de informações úteis, geralmente na forma de documentos, relatórios e dados de transações. As saídas podem incluir orçamento para o cliente, descrição da esquadria para o serralheiro, os itens faltantes para fabricação de determinado orçamento,...
- d) feedback: é uma saída usada para fazer ajustes ou modificações nas atividades de entrada ou processamento. Por exemplo, erros nas medidas propostas para corte podem ser perda nos lucros ou perda de clientes para a concorrência se o processo não for modificado.

O Sistema de Informação a ser desenvolvido está relacionado ao Nível de Conhecimento, onde é necessário conhecimento dos especialistas (serralheiros) para que se possa formular orçamentos precisos, controlando e monitorando a quantidade de material utilizado.

3 ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO¹

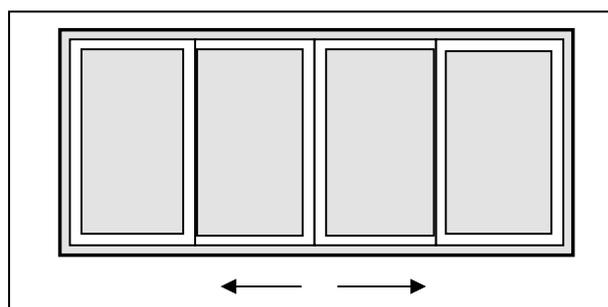
Segundo Ferreira (1977), esquadria é a designação genérica de portas e janelas, com seus batentes e folhas, necessárias a uma construção. Estas esquadrias podem ser de ferro, madeira, alumínio, pvc, e outros. Assim se dá o nome do produto a quem o comercializa, neste caso esquadrias de alumínio.

Uma empresa esquadria de alumínio caracteriza-se pela venda de sua matéria prima, o alumínio, depois de ter passado por um processo de industrialização, em uma serralheria. Serralheria é o local onde se calcula os tamanhos dos perfis necessários às esquadrias, corta-se os mesmos e monta-se estes perfis para que chegue ao produto final definido pela empresa para posterior venda.

As serralherias de alumínio geralmente produzem suas esquadrias sob medida, derivando no tamanho que o cliente necessita. Então como são dezenas de perfis com pesos diferentes, e tamanhos das esquadrias o mais diferenciado possíveis, o processo de orçamento pode não ser de total confiança, já que na atualidade são usadas tabelas para os cálculos dos orçamentos, como visto na Tabela 2.

Então exemplificando o cálculo de um orçamento, utiliza-se uma janela (módulo prático) de 4 folhas de correr sem bandeirola, mostrada na Figura 2. Assumir-se-á que a janela tenha 1,20m de altura, por 1,50m de largura.

FIGURA 2 – Janela de 4 folhas sem bandeirola



Fonte: Amplimatic (2001)

¹ Este texto foi baseado em Amplimatic (2001) e na experiência do especialista.

No método atual são utilizadas diversas tabelas para cada tipo de esquadria, para este exemplo visualiza-se a Tabela 2. É um método rápido, mas não de total confiança, pois não são calculados perda e melhor aproveitamento de material, e ainda os perfis de alumínio mudam de peso constantemente dependendo do fabricante.

Procura-se a altura da janela na coluna mais à esquerda, e a largura na linha mais superior. Com o cruzamento destas duas linhas encontra-se o peso da janela, então este peso é multiplicado pelo valor do quilograma do alumínio determinado pela empresa. Neste caso o valor da janela será calculado com base no peso achado, de 11,344Kg.

TABELA 2 – Tabela usada para cálculo de uma janela de 4 folhas de correr

	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60
1,00	9,769	9,909	10,050	10,191	10,332	10,473
1,05	10,057	10,198	10,339	10,479	10,62	10,761
1,10	10,345	10,486	10,627	10,768	10,909	11,049
1,15	10,634	10,774	10,915	11,056	11,197	11,338
1,20	10,922	11,063	11,204	11,344	11,485	11,626
1,25	11,922	11,351	11,492	11,633	11,774	11,914
1,30	11,210	11,640	11,780	11,921	12,062	12,203

Fonte: Amplimatic (2001).

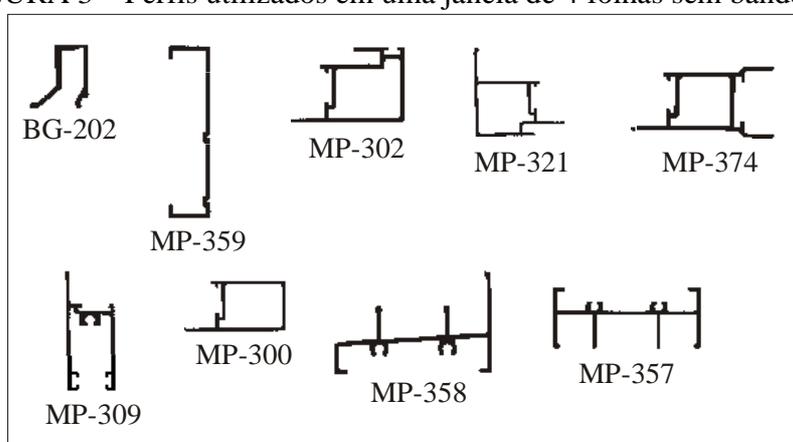
Para um melhor cálculo do orçamento, que foi implementado neste trabalho, deve-se partir do peso por metro corrido de cada perfil envolvido na esquadria em questão, calcular o tamanho de cada perfil usado, multiplicar estes dois itens de todos os perfis envolvidos e verificar a perda de material, assim ter-se-á novamente o peso gasto para fabricar esta janela, e multiplicar o peso da janela pelo valor do quilograma do alumínio. Este sistema fica inviável de se fazer manualmente pelos inúmeros perfis utilizados em diferentes esquadrias. Os perfis envolvidos nesta janela estão na Figura 3, juntamente com seus códigos e pesos por metro; estes retirados de Amplimatic (2001).

Também a descrição do material utilizado para fabricação da mesma está na Tabela 3. Verifica-se que na maioria dos perfis trabalha-se 5 cm de perda de material, isto porque estes perfis não chegam a utilizar uma barra inteira do perfil (5 cm de cada ponta da barra sempre é extraída por motivo de problemas na anodização do alumínio), e o restante da barra fica em estoque para uso futuro. Já o perfil de código BG-202 usa mais de uma

barra, assim foi estudado para se ter um melhor aproveitamento do mesmo, já que cada barra tem 6 metros. Então foram cortados 4 pedaços de 106,9 cm da primeira barra, mais 5 pedaços de 33 cm, aí com perda de 7,4 cm somente. E o restante foi cortado da segunda barra, que sobrou ainda 68,4 cm para uso futuro.

Neste método de elaboração de orçamentos, onde se tem a forma de corte, dá-se uma diferença bastante significativa quando são várias esquadrias envolvidas em um mesmo pedido, já que pode-se ter um melhor aproveitamento de material.

FIGURA 3 – Perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola



Fonte: Amplimatic (2001).

TABELA 3 – Descrição do material gasto para fabricação de uma janela de 4 folhas de correr, com altura de 1,20m e largura de 1,50m

	Peso por metro	Tamanhos utilizados	Qtidade	Total por perfil	Perda	Total gasto
BG-202	0,108 Kg/m	33,0 cm; 106,9 cm	8; 8	1,209 Kg	12,4 cm	1,222 Kg
MP-359	0,363 Kg/m	120 cm	2	0,871 Kg	5 cm	0,889 Kg
MP-302	0,450 Kg/m	116,3 cm	2	1,047 Kg	5 cm	1,070 Kg
MP-321	0,480 Kg/m	116,3 cm	2	1,116 Kg	5 cm	1,140 Kg
MP-374	0,505 Kg/m	116,3 cm	1	0,587 Kg	5 cm	0,612 Kg
MP-309	0,429 Kg/m	33,05 cm	8	1,134 Kg	5 cm	1,155 Kg
MP-300	0,369 Kg/m	116,3 cm	3	1,287 Kg	5 cm	1,305 Kg
MP-358	0,631 Kg/m	147 cm	1	0,928 Kg	5 cm	0,960 Kg
MP-357	0,659 Kg/m	147 cm	1	0,969 Kg	5 cm	1,002 Kg
Totais				9,148 Kg		9,355 Kg

Fonte: Amplimatic (2001)

Pode-se concluir, neste exemplo, que pelo método tradicional cobra-se mais do que o correto, onde se pode perder o cliente para a concorrência.

4 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS

Para a realização deste trabalho foram utilizadas algumas ferramentas e tecnologias, a fim de especificar a análise e desenvolver o sistema. Neste capítulo alguns itens foram abordados: análise essencial, ferramenta CASE Power Designer, Microsoft Access para armazenamento dos dados, ambiente de programação Delphi e Raciocínio Baseado em Casos (RBC) para a implementação do sistema.

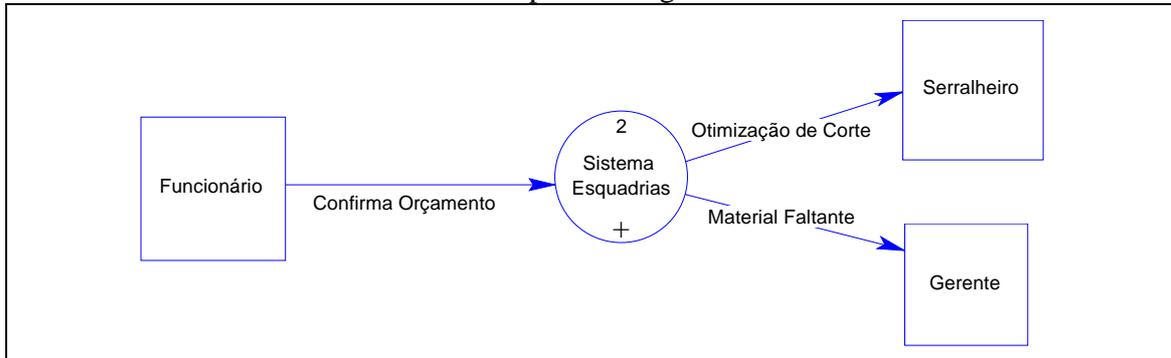
4.1 ANÁLISE ESSENCIAL DE SISTEMAS

Relata Shiller (1992) que, Análise Essencial de Sistemas relaciona-se diretamente com eventos, eventos estes que causam a reação do sistema, e por sua vez o sistema possui um conjunto de reações, que responderão aos eventos.

Segundo Pompilho (1994), a análise essencial é composta por Lista de Eventos, Diagrama de Contexto, Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), Modelo Entidade-Relacionamento (MER físico e lógico) e Dicionário de Dados. Nas Figuras 4, 5 e 6 é possível visualizar exemplos correspondentemente de Diagrama de Contexto, DFD e MER. Estes exemplos são referentes à análise do software a ser implementado por este trabalho. Os componentes da Análise Essencial são descritos a seguir:

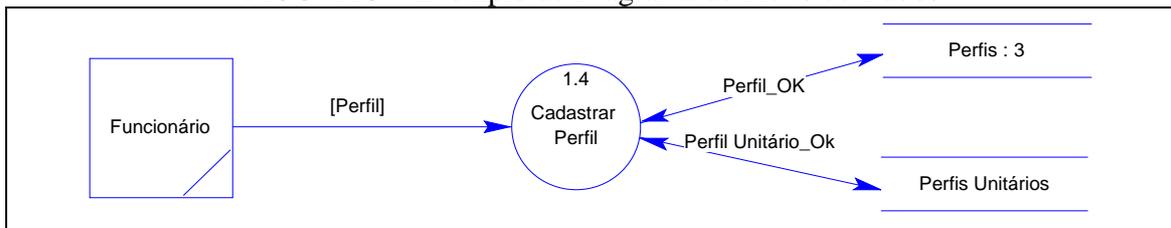
- a) lista de eventos é o primeiro passo na especificação de um sistema, que ajuda a delimitar as fronteiras do problema de que estamos tratando. Então a lista de eventos é uma lista textual dos estímulos no ambiente externo aos quais o sistema deve responder;
- b) diagrama de contexto (Figura 4) é construído baseado na lista de eventos, que significa representar o sistema por um único processo e suas interligações com as entidades externas, mostrando as interfaces do sistema com o ambiente em que ele está inserido;

FIGURA 4 – Exemplo de Diagrama de Contexto



- c) DFD (Figura 5) é o diagrama de contexto separado por eventos (processos), este representa os processos e o fluxo de dados entre eles. Os dados fluem de um nó de processamento para outro, onde se modificam;

FIGURA 5 – Exemplo de Diagrama de Fluxo de Dados



- d) MER fornece uma visão simples e gráfica do sistema para os usuários que não necessitam saber dos detalhes funcionais do sistema;

FIGURA 6 – Exemplo de Modelo Entidade-Relacionamento



- e) dicionário de dados provém do MER que é uma listagem de informações sobre componentes dos sistemas. Os dicionários de dados fornecem a informação em forma de texto a fim de auxiliar a informação gráfica mostrada no DFD.

4.2 FERRAMENTA CASE

Conforme Feliciano Neto (1988) ferramentas do tipo CASE, *Computer Aided Software Engineering*, são voltadas a dar apoio e possibilitar o desenvolvimento gráfico, a integração, a interação e as documentações totais ou parciais das cinco atividades da análise essencial citadas anteriormente.

Atualmente, as empresas procuram incrementar a produtividade de suas áreas de processamento de dados. Assim a utilização de ferramentas do tipo CASE tem se tornado cada vez mais necessárias. Isto porque, a adoção de metodologias e técnicas, sem o apoio de tais ferramentas, não tem apresentado o ganho de produtividade esperado (Feliciano Neto, 1988).

Também em busca do aumento de produtividade, as empresas estão aderindo mais a estas ferramentas, mas por outro lado, existe a necessidade de se preservar programas e sistemas implantados com metodologias tradicionais, justificando-se pelo investimento humano e financeiro nesta construção.

Conforme Founier², *apud* Heinrich (2000), a ferramenta CASE ajuda a automatizar todo o ciclo de desenvolvimento de sistemas, começando pelo planejamento estratégico de sistemas até a manutenção. Estas ferramentas aumentam a organização de informática em termos de abrangência, mas ao mesmo tempo elas intensificam a necessidade de agilizar, padronizar e estabilizar as atividades e procedimentos básicos que estão sendo automatizados.

Ainda Founier², *apud* Heinrich (2000) descreve que a característica que diferencia um produto CASE é que ele constrói dentro de si um banco de dados do projeto, a um nível mais elevado do que comandos de linguagem de programação ou definição de elementos de dados. Este banco de dados é chamado de repositório de dados, que mantém informações

² FOUNIER, Roger. **Guia prático para o desenvolvimento e manutenção de sistemas estruturados**. Roger Founier. Trad.: Flávio Deny Steffen. São Paulo : Makkron Books, 1994.

sobre os dados a serem armazenados no sistema, sobre a lógica dos processos a serem implementados, sobre as telas, relatórios e outras informações relativas aos requisitos dos sistemas e do projeto.

Neste trabalho a ferramenta CASE utilizada será o *Power Designer*. A escolha desta se deu por trazer facilidades na utilização da Análise Essencial.

4.3 AMBIENTE VISUAL DELPHI

De acordo com Sonnino (2000) Delphi é um ambiente de desenvolvimento de aplicações, orientado a objeto, que permite o desenvolvimento de poderosas aplicações baseadas no MS *Windows*, exigindo um mínimo de codificação.

Segundo Cantú (2000), “há muitos ambientes de programação com os quais se pode trabalhar, mas o Delphi é surpreendente por uma série de motivos”. As dez razões principais para usar o Delphi são:

- a) a linguagem Object Pascal;
- b) tecnologia de componentes;
- c) a estreita integração com a programação *Windows*;
- d) suporte a banco de dados;
- e) um compilador rápido;
- f) a abordagem baseada em formulários e orientada a objeto;
- g) a disponibilidade de códigos-fonte das bibliotecas;
- h) o editor, o depurador, o *browser* e outras ferramentas;
- i) os componentes e ferramentas de terceiros.

Cornell (1995) afirma que, “é possível desempenhar todas as funções necessárias ao desenvolvimento de uma aplicação, desenhando a aplicação, testando, depurando e criando a versão final do aplicativo sem a necessidade de deixar o ambiente”.

4.4 BANCO DE DADOS

Mercado-Gardner (1995) define banco de dados como sendo um jargão da computação que designa uma coleção de informações. É essencial que esta coleção seja

organizada e apresentada para servir a uma finalidade específica. Um exemplo pode ser a lista telefônica, que é um banco de dados impresso.

Já em Perpection Inc (1997), banco de dados é um termo mais técnico para definir um conjunto de informações organizadas em uma lista. Um banco de dados consiste em tabelas, relacionamento entre tabelas (se houver), relatórios, consultas, filtros, formulários e macros. Nas tabelas armazena-se informações relativas a uma parte específica de seu trabalho ou empresa. As tabelas são organizadas em linhas e colunas. Esta linha representa um conjunto de informações chamada registro, já as colunas representam um tipo específico de informação, chamado campo.

Mercado-Gardner (1995), relata que, os bancos de dados de computadores não são diferentes dos bancos de dados contidos em papel. Pode-se usar o computador da mesma forma como usa um livro de endereços para armazenar nomes, endereços e números de telefones. Podem ser gravados (anotados), alterados e excluídos (riscados) dados de pessoas desta lista. A única diferença é que o computador controla os dados, bem além da capacidade de um pequeno livro de endereços. O computador também procura informações de forma mais rápida do que se pode fazer com olhos e dedos.

No sistema desenvolvido utilizou-se o Microsoft Access, que deterá o banco de dados, este será manipulado pelo sistema, desenvolvido no ambiente Delphi.

4.5 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

4.5.1 HISTÓRICO

Segundo Watson³, *apud* Silva (1999), a história do RBC começa com a investigação do filósofo Wittgentein em 1953 e leva ao trabalho de Roger Schank em memória dinâmica, em 1982.

³ WATSON, Ian. “**The Case for Case-Base Reasoning**”. Disponível em: <<http://turing.une.edu.au/~jirapun/watson.html>>. Acesso em: 01 abr. 1999.

Já Gaebler (1999), em sua monografia sobre um sistema de controle de qualidade para a produção de manufatura, prefere dizer que a origem do RBC em Inteligência Artificial (IA) é encontrada nos trabalhos de Roger Schank, sendo que o primeiro sistema que pode ser considerado de RBC foi o CYRUS, desenvolvido por Janet Kolodner, no início dos anos 80. Este sistema foi baseado no modelo de memória dinâmica de Roger Schank e na teoria de MOPs (*memory organization packets* – pacotes de organização de memória) para aprendizagem e solução de problemas.

Outras bases para RBC e outros conjuntos de modelos foram desenvolvidos por Bruce Porter e seu grupo. Atualmente, trabalhos envolvendo RBC tanto nos Estados Unidos quanto na Europa têm se expandido e o número de publicações vem crescendo consideravelmente em atividades relacionadas a IA.

4.5.2 DEFINIÇÕES

Para Heinrich (2000), o ser humano ao tentar compreender o que está vendo e ouvindo, busca em sua memória algo que possa ajudá-lo nesta compreensão, ou seja, ele se recorda de algo que já foi compreendido no passado que lhe é útil para compreender a situação atual. Assim o RBC age de forma semelhante, este visa usar os resultados dos casos passados para analisar ou resolver um novo caso. Os problemas a serem resolvidos tendem a ser recorrentes e repetir-se com pequenas alterações em relação a sua versão original. Desta forma é possível reaplicar soluções anteriores com pequenas modificações.

Conforme Lee⁴, *apud* Silva (1999), RBC é uma técnica de Inteligência Artificial que reproduz aspectos da cognição humana para resolver problemas especialistas.

Segundo Alves Júnior (1998), em sua monografia sobre um sistema de apoio ao processo decisório relativo à manutenção de hardware/ software descreve que em RBC a forma para representar e armazenar a experiência é através de “casos”. Em RBC é o caso que guarda todos os atributos e as características relevantes desse evento passado. Dessa

⁴ LEE, Rosina Weber. **Pesquisa Jurisprudencial Inteligente**. Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção PPGEP/UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina.

forma a recuperação desse caso, também se dará em função dessas características, de acordo com a combinação, no futuro, da especificação do novo problema com as características do caso armazenado em uma Base de Casos. Essas características servirão de índices para recuperação do caso.

Para Abel⁵, *apud* Heinrich (2000), caso é o que representa conhecimento associado a uma determinada situação. É tornado explícito como uma determinada tarefa foi executada e que estratégias foram utilizadas para atingir o objetivo.

Um caso é uma abstração de uma experiência. A experiência abstraída no caso deve estar descrita em termos de seu conteúdo e contexto. O caso pode assumir diferentes formas de representação. O exemplo mais simples de um caso é uma experiência descrita através de atributos devidamente valorados. O caso está modelado para o sistema RBC somente quando indexado. A falta de indexação não descaracteriza um caso. Assim, um texto pode ser um caso, uma idéia, um fato qualquer. Deve-se garantir a contextualização do mesmo e a modelagem adequada para sua utilização computacional (Alves Júnior, 1998).

4.5.3 FUNDAMENTOS DO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

De acordo com Aamodt⁶, *apud* Silva (1999), a utilização de RBC envolve quatro passos que devem ser observados:

- a) construir modelos que representem de forma satisfatória a abstração dos problemas ou objetos envolvidos;
- b) selecionar um problema ou objeto conhecido a fim de compará-lo a um desconhecido;
- c) mapear os atributos do problema ou objeto conhecido com o desconhecido;

⁵ ABEL, Mara. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre : UFRGS, 1996.

⁶ AAMODT, Agnar; PLAZA, Enric. **“Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches”**. 3 jul. 1996. Disponível em: <<http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>>. Acesso em: 19 mar. 1999.

- d) estender o mapeamento com o objetivo de gerar uma solução que seja considerada válida para ser aplicada ao desconhecido.

Apesar de considerar o desenvolvimento de um sistema de RBC como sendo uma tarefa complexa que não se sujeita a ser formulada através de uma metodologia, Silva (1999) propõe cinco etapas distintas para o mesmo, no qual chama de Ciclo de RBC:

- a) representação dos casos;
- b) recuperação dos casos;
- c) reutilização de casos;
- d) revisão do caso;
- e) retenção do caso (aprendizado).

4.5.3.1 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Segundo Alves Júnior (1998), o conhecimento nos sistemas baseados em casos é representado através de uma memória de casos. O problema da representação do conhecimento trata-se de como descrever os casos e de como organizar os casos na memória.

Conforme Abel⁷, *apud* Heinrich (2000), na aplicação de RBC os casos devem ser representados de uma forma útil para a memória de caso e para o usuário. De acordo com o propósito da aplicação, os casos podem ser representados de forma diferente como desenhos, fotografias, gráficos entre outros.

O problema de representação em RBC refere-se, fundamentalmente, em o que guardar de um caso, encontrando uma estrutura apropriada para descrever o conteúdo do

⁷ ABEL, Mara. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre : UFRGS, 1996.

caso e decidindo como a memória de casos deve ser organizada e indexada para uma efetiva recuperação e reutilização (Aamodt⁸, *apud* Silva (1999)).

4.5.3.1.1 MEMÓRIA DE CASOS

Lee⁹, *apud* Silva (1999), descreve memória como sendo um conjunto de casos que englobam a base de conhecimento de um sistema RBC.

Segundo Gaebler (1999), dentre os componentes de um sistema RBC a memória de casos é um dos mais importantes. Este se utiliza de experiências passadas para resolver seus problemas. Essas experiências (problemas já resolvidos) são representadas como casos. Esses casos devem ser identificados (indexados) pelo que eles têm de útil para que só seja recuperado no momento certo.

Para Abel¹⁰, *apud* Heinrich (1999), existem dois modelos de organização de casos, descritos a seguir:

- a) modelo de memória dinâmica: este modelo é composto de pacotes de organização de memória, que são *frames* que compõem uma unidade básica de memória dinâmica. Este modelo é chamado de dinâmico porque novos pacotes de organização de memória são criados no momento da inserção de novos casos. Para diferenciá-los dos anteriormente armazenados;
- b) modelo de categoria de exemplares considera que os casos do mundo real podem ser vistos como exemplares de acontecimento. Cada caso é associado a uma categoria e suas feições têm importância para enquadrá-lo ou não na

⁸ AAMODT, Agnar; PLAZA, Enric. “**Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches**”. 3 jul. 1996. Disponível em: <<http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>>. Acesso em: 19 mar. 1999.

⁹ LEE, Rosina Weber. **Pesquisa Jurisprudencial Inteligente**. Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção PPGE/UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina.

¹⁰ ABEL, Mara. **Um estudo sobre raciocínio baseado em casos**. Porto Alegre : UFRGS, 1996.

categoria. Para armazenar um novo caso, é buscado um caso semelhante na memória de casos. Se houver pequenas diferenças entre os dois, apenas um é armazenado, ou é feita uma combinação dos dois.

4.5.3.1.2 INDEXAÇÃO DOS CASOS

A indexação é uma questão que pode ser bastante importante conforme a estrutura e o conteúdo da memória. A memória pode ser indexada para proporcionar uma recuperação e reutilização eficiente.

A indexação é vista como um problema de escolher características que servirão de índices para os casos colocados na memória, de forma que eles possam ser recuperados quando apropriados. Estas características identificam as lições que o caso tem a ensinar. Mas, a indexação pode também ser vista como um problema de organizar a memória de casos, de modo que a recuperação seja feita de forma eficiente e precisa (Alves Júnior, 1998).

Heinrich (2000) descreve que a recuperação certa para o caso certo é um fator chave para a credibilidade de uma aplicação em RBC.

Para Reis¹¹, *apud* Heinrich (2000), um índice é um registro de entrada de alguma coisa e serve como um guia para encontrar alguma referência. O índice deve permitir uma recuperação fácil, espontânea e instintiva do caso certo no momento certo.

As características a serem utilizadas como índice devem ser criteriosamente escolhidas para que recupere apenas os casos mais úteis para a solução de um novo caso. Para selecionar as características deve-se primeiramente analisar as tarefas e domínios para descobrir os descritores relevantes que serão utilizados na descrição dos casos. Feito isto, é necessário selecionar entre estes descritores quais serão atribuídos como índices.

¹¹REIS, Lisiane Albuquerque. SDDEP. **Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. 1997. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

4.5.3.2 RECUPERAÇÃO DOS CASOS

RBC necessita de mecanismos para recuperação de casos. Esta recuperação deve ocorrer mesmo quando não existe uma combinação perfeita entre o problema atual e o caso armazenado, porém existe alguma similaridade.

Conforme Gaebler (1999), recuperação de casos tem como propósito recuperar, de uma memória de casos, o caso mais adequado a uma nova situação e sugerir a solução desse caso ou uma adaptação dela como solução do novo caso.

A partir de um problema a ser resolvido, a etapa de recuperação consiste em fazer uma busca na memória de casos e selecionar quais poderão ser aproveitados, após isto, aplica-se um processo mais elaborado, aonde é feita a seleção do melhor caso entre os casos candidatos. A busca por casos é feita por algoritmos que selecionam casos com determinada similaridade com relação ao problema de entrada.

4.5.3.2.1 SIMILARIDADE

A primeira questão a ser estudada na etapa de recuperação é a similaridade entre o caso alvo (problema de entrada) e o caso na memória a ser comparado. O que faz um caso ser similar ao outro?

Para um caso ser recuperado da memória de casos, ele precisa ser comparado com o caso em questão - novo caso – verificando de certa forma o grau de similaridade entre ambos. A tarefa de identificação propõe um jogo de descritores do problema para comparar os casos e verificar a existência de similaridade. Se alguma semelhança for encontrada então o caso é recuperado como um possível caso candidato a caso mais relevante.

Duas características que se correspondem qualitativamente terão grau de similaridade maior se seus valores estão na mesma faixa numa escala qualitativa ou numérica. O grau de similaridade cai à medida que a distância entre os dois valores aumenta nesta escala. Quando duas características têm valores diferentes que contribuem para o mesmo resultado não é possível computar um grau de similaridade, diz-se apenas que elas são não similares (Alves Júnior, 1998).

4.5.3.2.1.1 MÉTRICAS DE SIMILARIDADE

Segundo Lee¹², *apud* Silva (1999), “a métrica de similaridade é uma função que mede numericamente os graus de similaridade entre dois casos”.

Uma métrica é normalmente necessária em sistemas nos quais os casos são comparados um a um e a medida de sua similaridade é o meio de distinguir entre os casos, quais são candidatos similares e não similares.

A métrica de similaridade tem por objetivo dar um valor numérico a similaridade entre dois casos. Todos os casos da memória são avaliados comparativamente ao problema (caso) de entrada. Normalmente, estabelece-se um grau de similaridade entre os atributos de determinadas dimensões, um número dentro do intervalo [0,1] (Silva, 1999).

Existem dois aspectos fundamentais da recuperação: qual a similaridade entre os casos para cada dimensão e qual a importância de cada dimensão. Para modelar computacionalmente os diferentes graus de importância das características utiliza-se pesos ou algum mecanismo similar.

4.5.3.2.2 MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO

“Os métodos de recuperação de casos similares existentes têm sido identificados como uma possível fonte de suporte para raciocínios criativos em sistemas inteligentes e estão se tornando um grande alvo para inteligência artificial” (Silva, 1999).

Para Watson¹³, *apud* Heinrich (2000), a recuperação dos casos deve ser analisada como um aspecto importante. A base de casos deve estar organizada de tal forma que facilite a recuperação dos casos quando necessário. Os índices devem simplificar o acesso e a recuperação dos casos pertinentes. Geralmente, os casos são armazenados como dados de

¹² LEE, Rosina Weber. **Pesquisa Jurisprudencial Inteligente**. Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção PPGEP/UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina.

¹³ WATSON, Ian. **“The Case for Case-Base Reasoning”**. Disponível em: [<http://turing.une.edu.au/~jirapun/watson.html>]. Acesso em: 01 abr. 1999.

arquivos em uma estrutura simples, ou dentro de uma estrutura de banco de dados, utilizando-se índices para referenciar os casos. Existem várias técnicas de RBC, como vizinho mais próximo, método de recuperação indutiva, algoritmo de indução, indução guiada por conhecimento, recuperação de padrões, *flat memory*, entre outros. Em aplicações comerciais, atualmente têm-se utilizado a técnica do vizinho mais próximo e o método de recuperação indutiva.

A técnica do vizinho mais próximo baseia-se na comparação entre um novo caso e os casos armazenados no banco de dados utilizando uma soma ponderada de suas características (Heinrich, 2000). Esta técnica será utilizada no sistema desenvolvido neste trabalho.

A técnica de recuperação indutiva determina que feições são mais eficazes em discriminar casos e utiliza estas feições para gerar uma árvore de decisões que organiza a memória de casos. Esta técnica é eficiente quando os casos são comparados através de uma única feição que determina a solução (Heinrich, 2000).

4.5.3.2.2.1 TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DE VIZINHO MAIS PRÓXIMO

De acordo com Reis¹⁴, *apud* Silva (1999), esta é uma técnica simples, a qual não requer muitos cálculos para o seu entendimento. O primeiro passo consiste na identificação das características (atributos) essenciais para a solução do problema, sendo que estes atributos devem ser representados em algum sistema de coordenadas, de forma que se possa medir a distância entre o novo problema e os casos já existentes na memória de casos.

Há ainda a possibilidade de um especialista considerar outros fatores além dos selecionados, fazendo com que os atributos tenham importâncias (pesos) diferenciadas.

¹⁴REIS, Lisiane Albuquerque. SDDEP. **Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. 1997. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Segundo o mesmo Reis¹⁵, *apud* Silva (1999), expressa-se a similaridade através da fórmula representada pela Figura 7.

FIGURA 7 – Fórmula da similaridade da Recuperação do Vizinho mais Próximo

$$\text{Similaridade } (N, F) = \sum_{i=1}^n f(N_i, F_i) * w_i$$

onde: N é o novo caso
 F são os casos existentes na memória de casos
 n é o número de atributos
 i é um atributo individual
 f é a função de similaridade para o atributo i nos casos N e F
 w é o peso do atributo i

Fonte: Silva (1999).

Segundo Gaebler (1999), a maioria das ferramentas RBC utilizam algoritmos como este. Normalmente o resultado deve ser entre zero (0) e um (1), onde zero é totalmente dissimilar e um é exatamente similar.

Nas Tabelas 4, 5 e 6 encontra-se respectivamente, exemplos de casos com seus respectivos atributos, um novo caso a ser comparado com os casos da base e valores atribuídos de acordo com a similaridade de cada atributo.

TABELA 4 – Exemplo de casos da base de casos

Casos Atributos	A	B	C
Descrição	Janela Maxin Ar	Janela de Correr	Porta de Veneziana
Qtde. de folhas	1	4	1
Cor	Fosco	Preto	Fosco
Colocação	Contra-marco	Parafusar	Parafusar
Vidros	Sem Vidros	Vidros 3mm	Sem Vidros

¹⁵REIS, Lisiane Albuquerque. SDDEP. **Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. 1997. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TABELA 5 – Novo caso a ser comparado

Atributos \ Casos	Caso Novo
Descrição	Janela Maxin Ar
Qtde. de folhas	1
Cor	Fosco
Colocação	Contra-marco
Vidros	Vidros 3mm

Atribuindo 1 para atributos coincidentes e 0 para não coincidentes:

TABELA 6 – Valores atribuídos

Atributos \ Casos	Caso Novo => A	Caso Novo => B	Caso Novo => C
Descrição	1	0	0
Qtde. de folhas	1	0	1
Cor	1	0	1
Colocação	1	0	0
Vidros	0	1	0

Considerando todos os atributos com o mesmo peso, a comparação entre os casos será:

$$\text{Sim (caso novo, A)} = (1+1+1+1+0)/5 = 4/5 = 0,8$$

$$\text{Sim (caso novo, B)} = (0+0+0+0+1)/5 = 1/5 = 0,2$$

$$\text{Sim (caso novo, A)} = (0+1+1+0+0)/5 = 2/5 = 0,4$$

O caso A é o mais semelhante, pois é o que mais se aproxima de 1. Neste caso usa-se este caso, mas este será um pouco modificado para atender ao último atributo, e é guardado na base de casos como sendo um novo caso.

4.5.3.3 REUTILIZAÇÃO DE CASOS

De acordo com Reis¹⁶, *apud* Silva (1999), a tarefa de reutilização de casos caracteriza-se por adaptar a solução armazenada de um caso recuperado às necessidades de um caso proposto.

A reutilização da solução dos casos recuperados no contexto dos novos casos tem foco em dois aspectos: as diferenças entre o caso passado e o caso corrente, e que parte do caso recuperado pode ser transferida para o novo caso.

Em tarefas de classificação simples as diferenças são abstraídas de qualquer maneira (elas não são consideradas relevantes, enquanto as similaridades o são) e a solução do caso recuperado é transferida para o novo caso como solução para o mesmo. Entretanto, outros sistemas devem considerar as diferenças, já que a ligação entre os dois casos não é perfeita, e a reutilização faz-se através de um processo de adaptação que leva em consideração estas diferenças (Silva, 1999).

4.5.3.4 REVISÃO DO CASO

Segundo Aamodt¹⁷, *apud* Silva (1999), quando a solução de um caso gerada na fase de reutilização não está correta, nasce uma oportunidade para aprender a partir desta falha. Esta fase é chamada de revisão do caso, que consiste de duas tarefas:

- a) avaliar a solução do caso gerada pela reutilização e, se esta obteve sucesso, aprender (retenção do caso);
- b) separar a solução do caso usando reconhecimento específico de domínio.

¹⁶REIS, Lisiane Albuquerque. SDDEP. **Uma aplicação na área médica utilizando raciocínio baseado em casos**. 1997. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

¹⁷ AAMODT, Agnar; PLAZA, Enric. **“Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches”**. 3 jul. 1996. Disponível em: <<http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>>. Acesso em: 19 mar. 1999.

O conserto é um processo similar ao de adaptação, diferenciando-se pelo fato de que a adaptação começa com uma velha solução e o caso novo, e os consertos são feitos com a solução deste caso novo.

“Sempre que soluções falham e são consertadas é importante armazenar uma ligação entre a solução que falhou e a que finalmente está correta, pois se tivermos o mesmo caso com falhas para ser aplicado novamente em outra solução, o sistema pode observar uma outra falha associada com o caso e generalizar coisas em comum simultaneamente” (Silva, 1999).

Desta forma, torna-se o sistema hábil para fixar e examinar classes de falhas no futuro, assim podendo reconhecer situações onde existam falhas.

4.5.3.5 RETENÇÃO DO CASO (APRENDIZADO)

Silva (1999) relata que a retenção do caso, trata-se de incorporar aquilo que é útil de reter do problema resolvido. Após a avaliação e possíveis reparos, efetua-se o aprendizado do sucesso ou das falhas da solução proposta.

Pode-se empregar a aprendizagem em sistemas de RBC ao nível dos casos e da base de casos. Podendo as bases de casos ser estendidas através de processos incrementais de aprendizagem, uma vez que tarefa e o projeto do sistema permitam isto.

Já Alves Júnior (1998), usa a palavra adaptação ao invés de aprendizado. Quando o recuperador está manipulando uma situação de entrada, ele busca pelo melhor casamento possível em memória. Em geral, o caso recuperado não faz um casamento exato com a nova situação. Há diferenças entre eles que precisam ser consideradas. Para reduzir essas diferenças, RBC dispõe de um processo de adaptação que, após localizá-las, aplica regras para resolvê-las.

De acordo com Silva (1999), a base de casos pode crescer com novos casos a partir de um pequeno conjunto de casos somente. A geração destes novos casos se dá através de novos casos informados pelos usuários ou a partir de uma fonte externa.

Na aprendizagem ao nível dos casos, mantém-se no caso o registro de seu desempenho ao ser utilizado. Desta forma, tanto sucessos como fracassos são informados, incrementando o conhecimento e as lições embutidas no caso. Tal registro também serve para prevenir o usuário com relação às possíveis conseqüências de seu uso. Assim, compensa-se a inclusão de informações no caso, evitando a reutilização de sugestões menos favoráveis, o que resulta no aumento da qualidade da recuperação.

“O processo de aprendizagem deve deixar claro o conhecimento desejado e realizar um conjunto de operações que aumentem as oportunidades de encontrar este conhecimento”.

4.5.4 TRABALHOS CORRELATADOS

Vários trabalhos envolvendo o tema Raciocínio Baseado em Casos podem ser encontrados. Os principais utilizados neste trabalho foram:

- a) Em Gaebler (1999), a tecnologia de RBC foi utilizada no desenvolvimento de um Sistema de Controle Estatístico de Processos. Segundo esta acadêmica, o sistema de CEP auxiliado pelo RBC pode ajudar as empresas em ganho de tempo e eficiência do controle da qualidade, ganhando com isso produtividade e argumentos de venda.
- b) Em Heinrich (2000), a tecnologia RBC foi utilizada no desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Informação aplicado a lojas de confecções do Alto Vale do Itajaí.

5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

5.1 ANÁLISE DO SISTEMA ATUAL

Após a expansão do mercado de esquadrias em alumínio, teve-se a necessidade de se expandir a fabricação de perfis em alumínio. Assim com a vasta quantidade de fabricantes destes perfis, houve também uma grande diversificação de perfis e seus pesos. Assim quando as serralherias mudam de distribuidoras, a maioria dos perfis também muda de peso. Assim o orçamento muda de acordo com os novos perfis.

Segundo a experiência relata, na maioria das empresas de esquadrias em alumínio, quando um cliente qualquer entra na loja, ou telefona para fazer um orçamento das esquadrias necessárias, este passa as medidas e o orçamento é feito através de tabelas já descritas no capítulo 3. O problema destas tabelas, é que estas são confeccionadas uma vez somente, obtendo-se o peso dos perfis de um fabricante de alumínio com mais *status* no momento de sua confecção. Assim são usadas estas tabelas mesmo quando são utilizados alumínios de fabricantes diferentes. Tem mais um problema já mencionado no capítulo 3, que é o aproveitamento do corte e perda de material, utilizando-se uma perda fixa nestas tabelas.

5.2 SISTEMA PROPOSTO

Segundo pesquisa realizada, a maioria das empresas fabricantes de esquadrias de alumínio não dispõe de nenhum tipo de informatização, então como objetivo deste trabalho pretende-se desenvolver um software para o cálculo destes orçamentos com mais eficiência e precisão nos valores dos orçamentos, estes processos estão melhor descritos no capítulo 3.

Após efetuar o levantamento dos cálculos feitos para a fabricação de algumas esquadrias (não serão utilizadas todas as esquadrias que normalmente são fabricadas, pois desta maneira seria necessário mais tempo para implementação deste trabalho) juntamente com os respectivos perfis de alumínio utilizados para tais esquadrias, deu-se início ao sistema para formação de preços de uma esquadria de alumínio, implementando-se as etapas do Ciclo de RBC, com exceção da revisão e da aprendizagem, as quais não cabem ao

sistema. A aprendizagem foi implementada indiretamente através de um módulo de cálculo do sistema, que permitiu a adição de novos casos à base de casos.

Para a implementação do sistema poderiam ser utilizadas *shells* de RBC para facilitar seu desenvolvimento, mas optou-se pela implementação diretamente no ambiente visual Delphi, em função da flexibilidade no desenvolvimento da interface do usuário. Para armazenamento dos dados usou-se o Microsoft Access.

Enfatizou-se a interface do usuário, após constatar-se que secretárias (atendentes) das lojas de esquadrias de alumínio, prováveis usuários deste sistema, apresentam pouca experiência no uso de soluções computacionais.

5.3 MODELAGEM DO SISTEMA

Nesta fase tem-se como foco principal a modelagem da base de dados, para tal modelagem optou-se pela análise essencial de sistemas, descrita no capítulo 4.1 deste trabalho. Esta se relaciona diretamente com eventos, eventos estes que causam a reação do sistema, e por sua vez o sistema possui um conjunto de reações, que responderão aos eventos.

Segundo Pompilho (1994) a análise essencial de sistemas apresenta o sistema em um grau de abstração independente de restrições tecnológicas, corresponde ao modelo lógico proposto da análise estruturada; onde o objetivo básico desta abordagem deveria ser o sistema implantado, não se preocupando com a modelagem do sistema atual.

Esta análise essencial compõe-se de Lista de Eventos, Diagrama de Contexto, MER, DFD e Dicionário de Dados.

5.3.1 LISTA DE EVENTOS

Os eventos são a pedra fundamental dos sistemas, e a especificação de um sistema deve começar pela identificação dos eventos.

Nesta lista é possível encontrar os eventos que ocorrem para que o sistema possa ser criado a partir deles. Cada evento destes está mais bem explicado no item 6.4, neste mostra-se os diagramas de fluxo de dados de cada evento. Os eventos são enumerados a seguir:

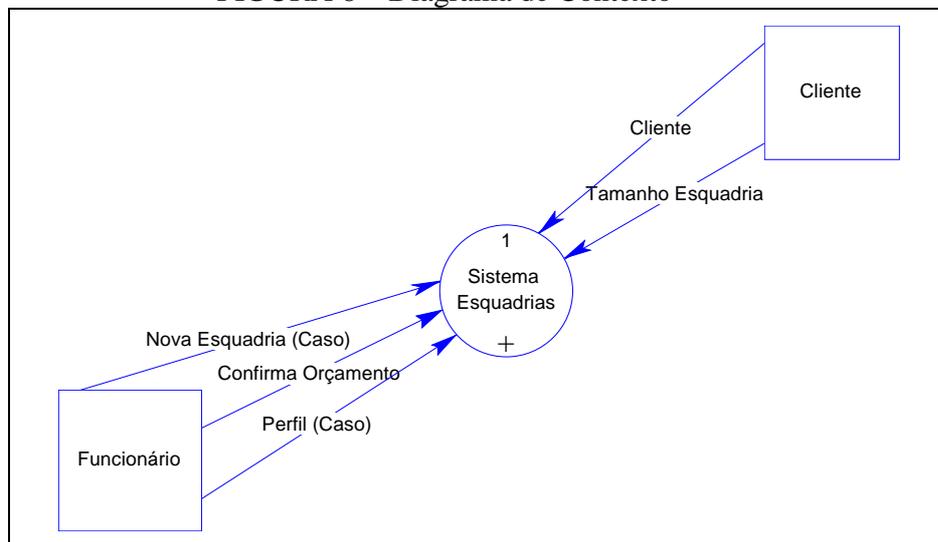
1. Cliente é cadastrado;
2. Cliente solicita orçamento;
3. Funcionário cadastra nova esquadria;
4. Funcionário cadastra perfil;
5. Funcionário confirma orçamento.

5.3.2 DIAGRAMA DE CONTEXTO

O objetivo do Diagrama de Contexto é representar o sistema por um único processo e suas interações com as entidades externas.

Com base na lista de eventos anteriormente relacionada, desenvolveu-se o Diagrama de Contexto (Figura 8). Este foi desenvolvido com auxílio da ferramenta CASE PowerDesigner 6.10 - ProcessAnalyst.

FIGURA 8 – Diagrama de Contexto



5.3.3 MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO

Esta etapa terá como resultado um MER no Modelo Físico (Figura 9) e no Modelo Lógico (Figura 10), que deverá representar todas as informações do sistema.

FIGURA 9 – MER – Modelo Lógico

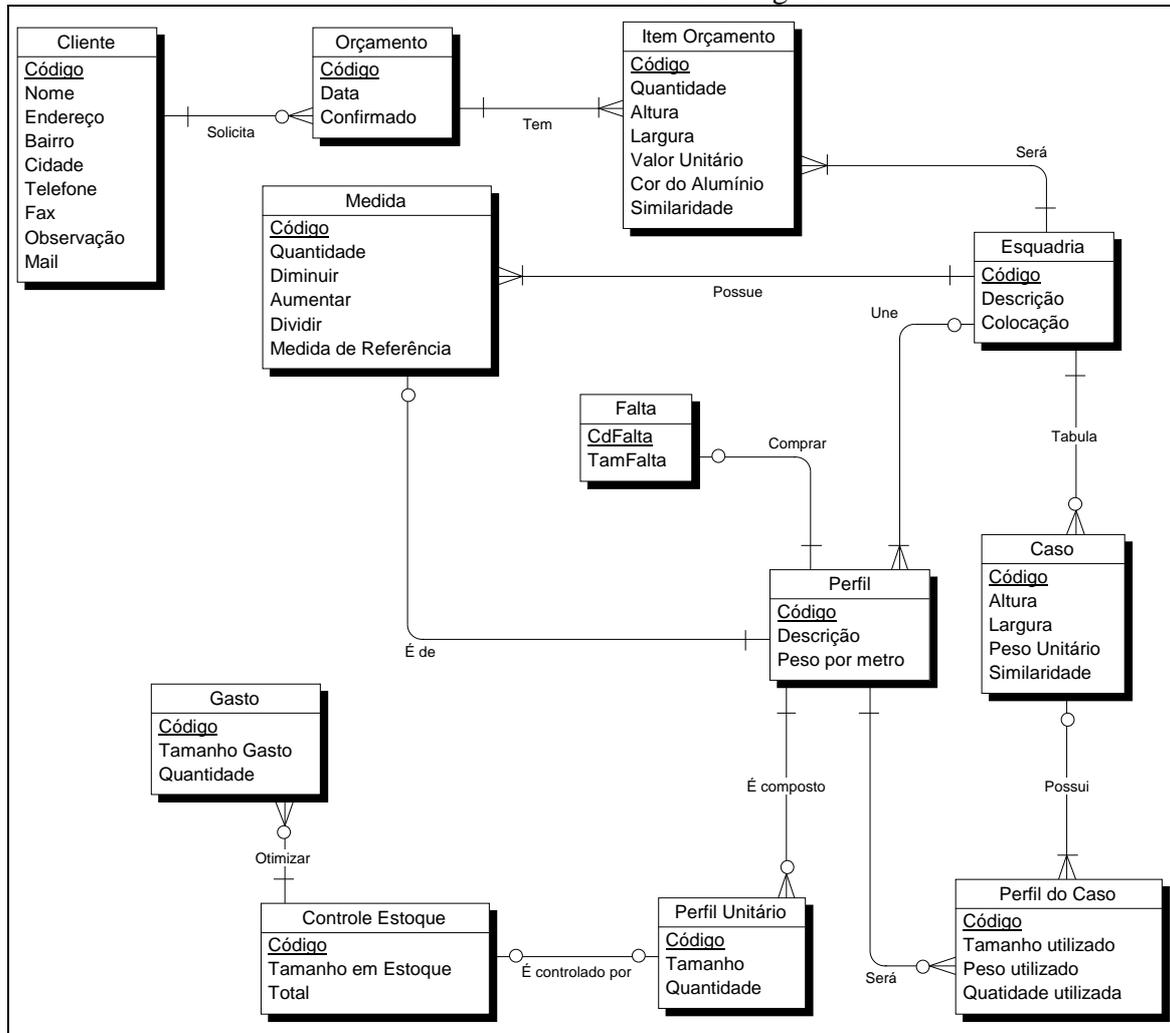
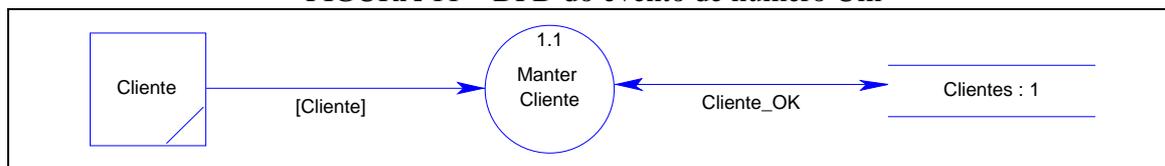


FIGURA 11 – DFD do evento de número Um

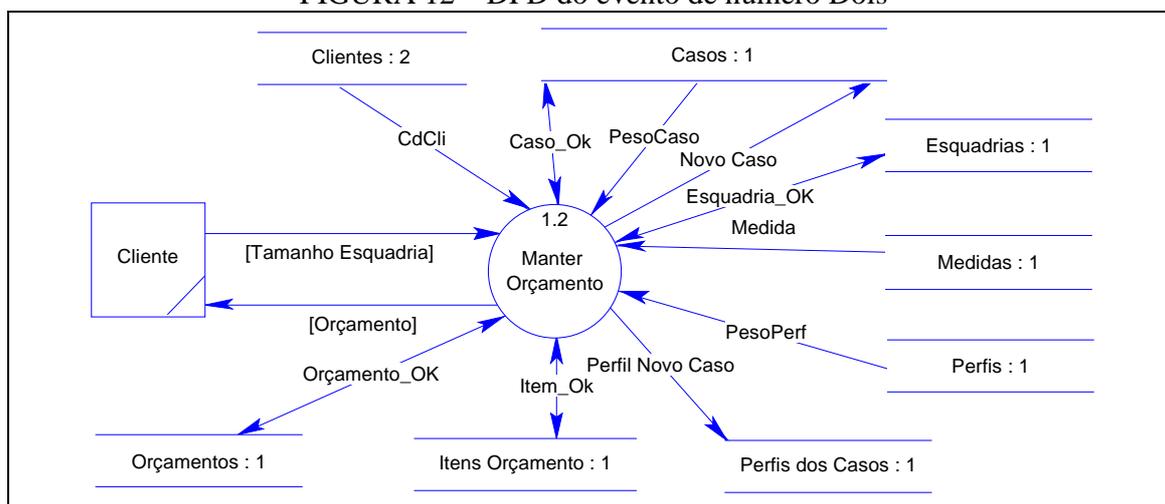


O segundo evento mostra-se na figura 12, é neste evento que está localizado o desenvolvimento do RBC. Ao solicitar um orçamento, o cliente, que já deve estar cadastrado, fornece os tamanhos das esquadrias desejadas, ao salvar cada item do orçamento o sistema; de acordo com o código, a altura e a largura; procura na base de casos (tabela “Caso”) uma esquadria com mesmo código, altura e largura com uma diferença de no máximo 5 cm.

Se já existe um caso com estas descrições, obtém-se o peso do caso em questão e calcula-se o valor do item do orçamento de acordo com a cor do alumínio escolhido.

Se ainda não existe um caso com estas descrições, obtém-se as medidas da referida esquadria, e de acordo com o peso de cada perfil envolvido na esquadria coloca-se, depois de inserido cada perfil envolvido na tabela Perfil do Caso, o peso total na tabela “Caso” para poder ser acessado pelos próximos orçamentos a serem calculados.

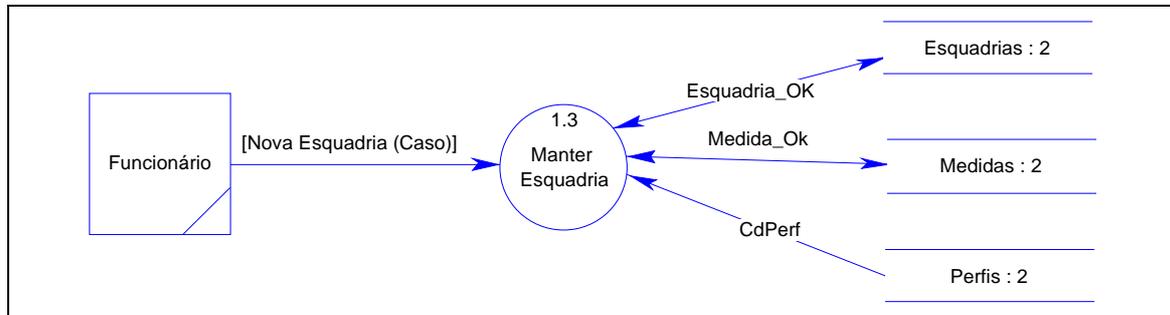
FIGURA 12 – DFD do evento de número Dois



O terceiro evento (Figura 13) destina-se ao cadastro de novos tipos de esquadrias. Então se obtêm os perfis envolvidos na esquadria, que já devem estar cadastrados, e coloca-se para cada perfil um novo registro na tabela “Medidas”, informando o valor a diminuir ou

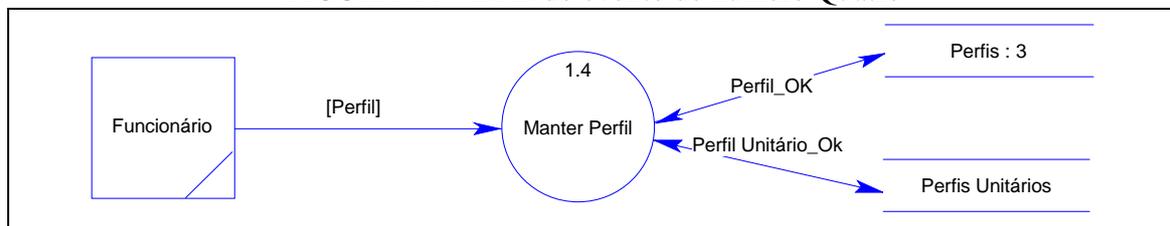
o valor a aumentar, e (/ou) o valor a dividir referente a altura ou largura da esquadria. Estes valores serão usados posteriormente (no cálculo do orçamento) para cálculo do tamanho de cada perfil da tabela de Perfis do Caso.

FIGURA 13 – DFD do evento de número Três



Já no quarto evento, mostrado na Figura 14, tem-se um simples cadastro de perfis, que deve ser feito antes de se cadastrar uma nova esquadria. Cada registro da tabela "Perfis" pode ter vários registros da tabela "Perfis Unitários", pois para um controle de estoque eficiente não se pode ter o tamanho total em estoque, e sim a quantidade de um determinado tamanho de perfil, como exemplo pode-se ter 10 peças de 600cm e mais 2 peças de 450,6cm, assim estas são usadas separadamente.

FIGURA 14 – DFD do evento de número Quatro



No quinto e último evento (Figura 15) confirma-se o orçamento, assim são selecionados os tamanhos que estão na tabela de Perfis do Caso através dos tamanhos de cada Item do Orçamento, posteriormente verifica-se a disponibilidade dos perfis envolvidos em cada esquadria, destes perfis que se tem em estoque gera-se uma otimização de material. Na tabela de Controle de Estoque registra-se os perfis que serão utilizados no orçamento, destes perfis se gera na tabela de Gasto diferentes registros com os tamanhos, e respectivas quantidades utilizadas nas esquadrias em questão. Esta otimização de material gerará um relatório e diminui-se do estoque os perfis determinados.

Caso

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDCASO	N	Yes	Yes
Altura	ALTCASO	DC	No	Yes
Largura	LARG	DC	No	Yes
Peso Unitário	PESOCASO	DC	No	Yes
Similaridade	SIMCASO	DC	No	No

Cliente

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDCLI	I	Yes	Yes
Nome	NMCLI	A50	No	Yes
Endereço	ENDCLI	A60	No	No
Bairro	BROCLI	A50	No	No
Cidade	CIDCLI	A40	No	No
Telefone	FONECLI	A15	No	Yes
Fax	FAXCLI	A15	No	No
Observação	OBSCLI	A150	No	No
Mail	MAILCLI	A50	No	No

Controle Estoque

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDEST	I	Yes	Yes
Tamanho em Estoque	TAMEST	DC	No	No
Total	TOTGASTO	DC	No	No

Esquadria

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDESQU	A20	Yes	Yes
Descrição	DSESQU	A70	No	Yes
Colocação	COLESQU	A15	No	Yes

Falta

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
CdFalta	CDFALTA	I	Yes	Yes
TamFalta	TAMFALTA	DC	No	Yes

Gasto

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDGASTO	I	Yes	Yes
Tamanho Gasto	TAMGASTO	DC	No	Yes
Quantidade	QTGASTO	I	No	Yes

Item Orçamento

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDITEM	I	Yes	Yes
Quantidade	QTITEM	I	No	Yes
Altura	ALTITEM	DC	No	Yes
Largura	LARGITEM	DC	No	Yes
Valor Unitário	VLITEM	MN	No	Yes
Similaridade	SIMITEM	A20	No	No
Cor do Alumínio	CORITEM	A10	No	No

Medida

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDMED	I	Yes	Yes
Quantidade	QTMED	I	No	Yes
Diminuir	DIMMED	DC	No	No
Aumentar	AUMMED	DC	No	No
Dividir	DIVMED	I	No	No
Medida de Referência	REFMED	A7	No	Yes

Orçamento

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDORC	I	Yes	Yes
Data	DTORC	D	No	Yes
Confirmado	CONFORC	A3	No	No

Perfil

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDPERF	A20	Yes	Yes
Descrição	DSPERF	A40	No	Yes
Peso por metro	PESOPERF	I	No	Yes

Perfil do Caso

Attribute List

Name	Code	Type	I	M
Código	CDPERFCASO	I	Yes	Yes
Tamanho utilizado	TAMPERFCASO	DC	No	Yes
Peso utilizado	PESOPERFCASO	DC	No	Yes
Quantidade utilizada	QTPERFCASO	I	No	Yes

Perfil Unitário

Attribute List

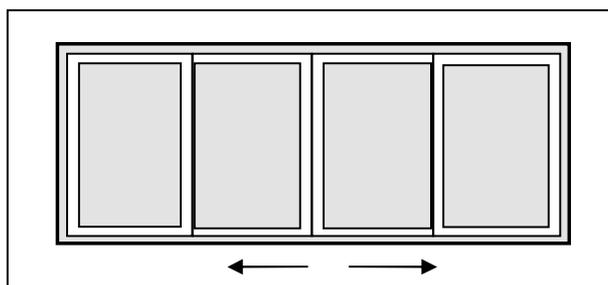
Name	Code	Type	I	M
Código	CDPERFUN	I	Yes	Yes
Tamanho	TAMPERFUN	DC	No	Yes
Quantidade	QTPERFUN	I	No	Yes

5.4 AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO

Para o desenvolvimento deste sistema foi necessário o conhecimento de especialistas para domínio da aplicação. Para a aquisição de tal conhecimento especialista, faz-se necessária a utilização de um método de extração do conhecimento junto àqueles que o detêm. Portanto, antes da implementação das etapas do ciclo do RBC, propriamente ditas, foi necessária a realização da tarefa de aquisição do conhecimento.

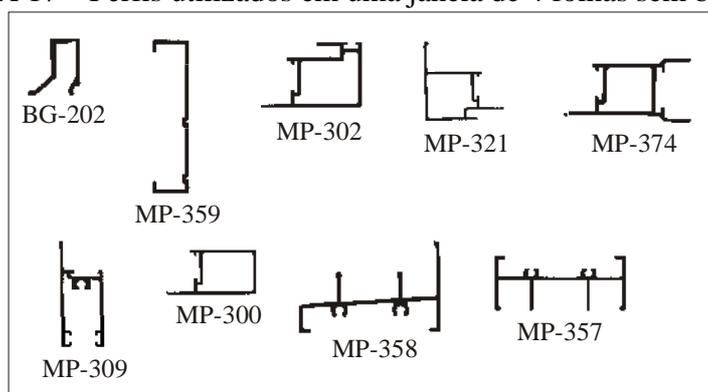
Assim sendo, desenvolveu-se junto ao serralheiro responsável pela fabricação de esquadrias de alumínio de uma empresa de Blumenau, um processo de extração do conhecimento a ser utilizado no sistema. O principal é identificar como são feitos os cortes dos perfis de alumínio para determinadas esquadrias, para posterior montagem. Para exemplificar um conhecimento, cita-se um mesmo exemplo no capítulo 3, que é uma janela de quatro folhas sem bandeira do tipo módulo prático, representada na Figura 16. Os perfis envolvidos em sua fabricação estão representados na Figura 17, e os descontos para os cortes dos perfis estão na Figura 18, estes definidos pela experiência do serralheiro.

FIGURA 16 – Janela de 4 folhas sem bandeirola



Fonte: Amplimatic (2001).

FIGURA 17 – Perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola



Fonte: Amplimatic (2001).

FIGURA 18 - Descontos de perfis utilizados em uma janela de 4 folhas sem bandeirola

MP-358 = MP-357 = Largura da Janela – 3cm = 1 peça de cada
MP-359 = Altura da Janela = 2 peças
MP-302 = MP-321 = MP-359 – 3,7cm = 2 peças de cada
MP-374 = MP-359 – 3,7cm = 1 peça
MP-300 = MP-359 – 3,7cm = 3 peças
MP-309 = (Largura da Janela – 17,8cm)/4 = 8 peças
BG-202 = MP-300 – 9,4cm = 8 peças
BG-202 = MP-309 = 8 peças

Pode-se também caracterizar um atributo dos casos a forma de colocação, pois dependendo desta adiciona-se alguns perfis para acabamento.

5.5 REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Seguindo com a implementação das etapas do ciclo do RBC, após realizar a aquisição do conhecimento, fez-se necessária identificação da melhor técnica para a

representação deste conhecimento, ou seja, é necessário definir como o sistema irá modelar a memória de casos. Optou-se, então pelo modelo de categoria de exemplares que considera que os casos do mundo real podem ser vistos como exemplares de acontecimento. Cada caso é associado a uma categoria e suas feições têm importância para enquadrá-lo ou não na categoria. Para armazenar um novo caso, é buscado um caso semelhante na memória de casos. Se houver diferenças entre os dois, mais um caso é armazenado.

Para o armazenamento físico da memória de casos, utilizou-se o Microsoft Access, devido a facilidades de operação da mesma. Este banco de dados é manipulado pela paleta de componentes ADO do ambiente Delphi.

A similaridade entre um caso da base e um novo caso se dará através de três índices, que são código da esquadria (peso de 60%), altura da esquadria (peso de 20%) e largura da esquadria (peso de 20%).

Estas características estão melhor detalhadas no capítulo 6 deste trabalho.

5.6 IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO

Dando seqüência as etapas de implementação do desenvolvimento do sistema RBC, passa-se a etapa de definição do método de recuperação de casos a ser utilizado.

Para tal implementação optou-se pelo método de recuperação do vizinho mais próximo, pois é este que mais se encaixa ao sistema. Nesta técnica de recuperação utiliza-se uma soma ponderada das características entre um novo caso e um armazenado no banco de dados, sendo que cada um dos atributos que compõem o caso possui um peso, de acordo com sua relevância.

Primeiramente, é necessário identificar que atributos são essenciais para a solução do problema (estes estão melhores definidos no capítulo 6 deste trabalho). Estes atributos devem ser representados em um sistema de coordenadas de maneira que possibilitem medir a distância entre o novo caso e os casos já existentes na memória de casos.

6 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Para implementação do sistema foi utilizada a ferramenta Borland Delphi 5.0, dispensando o uso de *shells* do RBC. O Delphi é um ambiente integrado de desenvolvimento que permite a edição, compilação e execução de programas. A linguagem de programação utilizada pelo Delphi é o Object Pascal.

Para armazenar os dados do sistema optou-se pelo Microsoft Access 2000, já que o Delphi 5.0 dispõe de uma paleta de componentes chamada *Activex Data Objects* (ADO), que oferece uma interface amigável ao acesso a dados com o Access.

Nesta etapa do trabalho foram construídas telas de cadastros simples, como de clientes, perfis e esquadrias.

Antes de ser feito qualquer orçamento deve-se ter o cliente cadastrado (Figura 19).

FIGURA 19 – Tela de cadastro de clientes

Cadastrar Cliente

Inserir Salvar Editar Excluir Cancelar

Nome:
Alan Augusto Lira

Endereço:
Rua Albert Goll, 755

Bairro: Fortaleza Cidade: Blumenau

Telefone: 338-1768 Fax: 338-1769

E-Mail:
lira@inf.furb.br

Observações:
transversal da primeiro de janeiro

No cadastro de perfis (Figura 20) deve-se inserir os tamanhos com suas respectivas quantidades, pois assim que é confirmado este orçamento serão acrescentados mais registros com tamanhos menores e outros serão apagados, pois serão utilizados aqueles tamanhos de perfis que foram retirados do estoque. Como exemplo menciona-se as Tabelas 7 e 8, onde a Tabela 7 trata dos perfis em estoque antes de confirmar o orçamento, e a Tabela 8 é depois de confirmado o orçamento.

FIGURA 20 – Tela de cadastro de perfis

TABELA 7 – Perfis em estoque, antes de confirmar orçamento

CdPerfUn	CdPerf	TamPerfUn	QtPerfUn
134	MP-309	600	5
142	MP-302	124,8	1
144	MP-374	600	8
160	MP-309	233,4	1
161	MP-374	362,4	1
162	MP-300	600	1
163	BG-202	600	3
164	BG-202	450	3

TABELA 8 – Perfis em estoque, depois de confirmar orçamento

CdPerfUn	CdPerf	TamPerfUn	QtPerfUn
134	MP-309	600	4
144	MP-374	600	8
161	MP-374	124,8	1
163	BG-202	600	1
165	BG-202	203,6	1
166	MP-309	332,55	1

Antes de ser feito o cadastro de esquadrias (Figura 21) todos os perfis que são desta esquadria devem estar cadastrados, pois serão adicionados registros na tabela de medidas tantos quantos forem os perfis da esquadria em questão. Novos casos serão adicionados na base de casos tendo como referência esta tabela de medidas.

FIGURA 21 – Tela de cadastro de esquadrias

Código	Descrição
BG-202	Baguete Módulo Prático
BG-202	Baguete Módulo Prático
MP-309	Largura da folha da janela

Na tela principal (Figura 22) tem-se toda a base do orçamento, escolhe-se a esquadria e se preenche os dados dos itens do orçamento, ao salvar o item o sistema pretende calcular o valor da esquadria a ser salva, de acordo com seu código (peso de 60%), altura (peso de 20%) e largura (peso de 20%); estas são características que servem de índices para a memória de casos.

FIGURA 22 – Tela principal

Nome do Cliente: Alan Augusto Lira

Buscar orçamento com data: []

Inserir Salvar Editar Excluir Cancelar

Data: 27/05/02 Total do Orçamento: R\$ 297,21 Confirmar Orçamento Confirmado

Itens do Orçamento: Inserir Salvar Editar Excluir Cancelar

Código da esquadria: MAX-1F-PAR Qtdade: 1

Altura (cm): 144 Largura (cm): 63 Cor: Fosco Bronze Preto Branco

Descrição	Altura	Largura	Valor Un.	Cor	Similaridade
le 4 folhas sem bandeirola para chumbar	119	147	R\$ 150,13	Fosco	100%
Maxin-Ar de 1 folha para parafusar	90	50	R\$ 44,99	Bronze	Novo Caso criado
Maxin-Ar de 1 folha para parafusar	88	41	R\$ 44,99	Bronze	81%
Maxin-Ar de 1 folha para parafusar	144	63	R\$ 57,09	Fosco	62%

Ao clicar no botão “salvar” item do orçamento, cuja codificação se encontra na Figura 23, o sistema buscará esta esquadria na base de casos de forma que os valores da altura e largura sejam múltiplos de cinco, maiores do que os valores dos mesmos. Exemplificando, se for digitado uma esquadria com altura de 123cm e largura de 132cm, o sistema recuperará o caso de 125cm X 132cm, altura e largura respectivamente. Se estes dados forem encontrados na base de casos trarão uma similaridade de 100%, o caso pode ser recuperado. Então o orçamento é calculado sem questionamentos de acordo com o peso da esquadria que está na base de casos e a cor do alumínio que foi selecionado na inserção de itens do orçamento. Se a altura ou a largura do item do orçamento tiver com diferença de até 5cm a menos em relação ao caso da base de casos, será questionado ao usuário se pode ser calculado o orçamento através deste caso da base, ou se quer inserir um novo caso com os tamanhos mais corretos. Se o usuário escolher para adicionar um novo caso, ou o sistema verificar que não há nenhum caso que possa ser utilizado então se calcula um novo orçamento através da tabela de Medidas da esquadria em questão.

FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar”

```

If ((AltItem.Text <> ") And (LargItem.Text <> ") And (CdEsqu.Text <>"))Then
Begin
  Altura:= StrToFloat(AltItem.Text);
  Largura:= StrToFloat(LargItem.Text);
  Esquadria:= CdEsqu.Text;

  {PROCURA NA BASE DE CASOS UMA ESQUADRIA COM MESMO CÓDIGO
  DA SELECIONADA, COM ALTURA E LARGURA SEMPRE TERMINANDO COM
  UM NÚMERO MÚLTIPLO DE 5CM; E COLOCA O VALOR DA SIMILARIDADE DE
  CADA CASO}
  DModule.TbCaso.First;
  While Not(DModule.TbCaso.Eof) Do
  Begin
    Alt:= Trunc(Altura);
    Resto:= Alt Mod 5;
    If Resto <> 0 Then
    Begin
      Aux:= Alt Div 5;
      Inc(Aux);
      Alt:= Aux * 5;
    End;
    Larg:= Trunc(Largura);
    Resto:= Larg Mod 5;
    If Resto <> 0 Then
    Begin
      Aux:= Larg Div 5;
      Inc(Aux);
      Larg:= Aux * 5;
    End;
    Valor:= 0;
    If DModule.TbCasoCdEsqu.Value = Esquadria Then
    Begin
      Valor:= Valor + 60;
      If Alt = DModule.TbCasoAltCaso.Value Then
        Valor:= Valor + 20
      Else
        If Alt + 5 = DModule.TbCasoAltCaso.Value Then
          Valor:= Valor + 1;
        If Larg = DModule.TbCasoLargCaso.Value Then
          Valor:= Valor + 20
        Else
          If Larg + 5 = DModule.TbCasoLargCaso.Value Then
            Valor:= Valor + 1;
    End;
  End;

```

FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar” (continuação)

```

DModule.TbCaso.Edit;
DModule.TbCasoSimCaso.Value:= Valor;
DModule.TbCaso.Post;
DModule.TbCaso.Next;
End
Else
Begin
  DModule.TbCaso.Edit;
  DModule.TbCasoSimCaso.Value:= 0;
  DModule.TbCaso.Post;
  DModule.TbCaso.Next;
End;
End;
{TESTA AS SIMILARIDADES DE CADA CASO, PARA VER QUAL SE ADAPTA
AO NOVO CASO, A SIMILARIDADE DE VALOR 100 (VALORES EXATOS) SERÁ
USADA SEM QUESTIONAMENTOS, JÁ AS SIMILARIDADES DE VALOR 81 E 62
(ALTURA E LARGURA COM DIFERENÇA DE 5 CM), SERÃO QUESTIONADAS
PARA VERIFICAR }
DModule.TbCaso.First;
Atendeu:= 'Não';
While (Not (DModule.TbCaso.Eof)) And (Atendeu = 'Não') Do
Begin
  If DModule.TbCasoSimCaso.Value = 100 Then
  Begin
    Atendeu:= 'Sim';
  End
  Else
    DModule.TbCaso.Next;
End;
If Atendeu = 'Não' Then
Begin
  DModule.TbCaso.First;
  While Not ((DModule.TbCaso.Eof)) And (Atendeu = 'Não') Do
  Begin
    If DModule.TbCasoSimCaso.Value = 81 Then
    Begin
      if MessageDlg('O sistema encontrou um caso aproximado com Altura de '
        + DModule.TbCasoAltCaso.AsString + ' cm e Largura de '
        + DModule.TbCasoAltCaso.AsString + ' cm. Deseja fazer o cálculo '
        + 'do orçamento por estes tamanhos?', mtConfirmation, [mbYes, mbNo],
0)
        = mrYes then
        Atendeu:= 'Sim'
      Else

```

FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar” (continuação)

```

Break;
End
Else
  DModule.TbCaso.Next;
End;
End;
If Atendeu = 'Não' Then
Begin
  DModule.TbCaso.First;
  While Not ((DModule.TbCaso.Eof)) And (Atendeu = 'Não') Do
  Begin
    If DModule.TbCasoSimCaso.Value = 62 Then
    Begin
      if MessageDlg('O sistema encontrou um caso aproximado com Altura de '
        + DModule.TbCasoAltCaso.AsString + ' cm e Largura de '
        + DModule.TbCasoAltCaso.AsString + ' cm. Deseja fazer o cálculo '
        + 'do orçamento por estes tamanhos?', mtConfirmation, [mbYes, mbNo],
0)
        = mrYes then
          Atendeu:= 'Sim'
        Else
          Break;
        End
      Else
        DModule.TbCaso.Next;
      End;
    End;
  }CALCULA ORÇAMENTO SE NENHUM DOS CASOS DA BASE ATENDEU AO
  NOVO CASO, E COLOCA O NOVO ORÇAMENTO NA BASE DE CASOS,
  SEMPRE TERMINANDO COM UM NÚMERO MÚTILO DE 5CM}
  If Atendeu = 'Não' Then
  Begin
    DModule.TbCaso.Insert;
    DModule.TbCasoCdEsqu.AsString:= Esquadria;
    DModule.TbCasoAltCaso.AsInteger:= Alt;
    DModule.TbCasoLargCaso.AsInteger:= Larg;
    DModule.TbCasoSimCaso.AsInteger:= 0;
    DModule.TbCasoPesoCaso.AsInteger:= 0;
    DModule.TbCaso.Post;
    DModule.TbMedida.First;
    PesoTotal:= 0;
    While Not (DModule.TbMedida.Eof) Do
    Begin

```

FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar” (continuação)

```

If DModule.TbMedidaCd_Esqu.AsString = Esquadria Then
Begin
  If DModule.TbMedidaRefMed.AsString = 'Largura' Then
    Tamanho:= Larg
  Else
    Tamanho:= Alt;
  DModule.TbPerfCaso.Insert;
  DModule.TbPerfCasoCdCaso.Value:= DModule.TbCasoCdCaso.Value;
  DModule.TbPerfCasoCdPerf.Value:= DModule.TbMedidaCd_Perf.Value;
  If DModule.TbMedidaDivMed.Value <> 0 Then
    DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.Value:= (Tamanho -
      DModule.TbMedidaDimMed.Value + DModule.TbMedidaAumMed.Value)/
      DModule.TbMedidaDivMed.Value
  Else
    DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.Value:= Tamanho -
      DModule.TbMedidaDimMed.Value + DModule.TbMedidaAumMed.Value;

  {CALCULA A PERDA DE MATERIAL POR PERFIL}
  PerdaTot:= 0;
  If (DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.Value *
DModule.TbMedidaQtMed.Value)
    < 595 Then
    Begin
      Perda:= 600 - (DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.AsInteger *
DModule.TbMedidaQtMed.AsInteger);
      If Perda > 30 Then
        PerdaTot:= PerdaTot + 5
      Else
        PerdaTot:= PerdaTot + Perda;
    End
  Else
  Begin
    AuxTot:= 0;
    While AuxTot < DModule.TbMedidaQtMed.AsInteger Do
    Begin
      Aux:= DModule.TbMedidaQtMed.Value - AuxTot;
      If (Aux * DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.Value) > 595 Then
      Begin
        Aux:= 600 Div DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.AsInteger;
        Perda:= 600 - (Aux * DModule.TbMedidaQtMed.Value);
        If Perda > 30 Then
          PerdaTot:= PerdaTot + 5
        Else
          PerdaTot:= PerdaTot + Perda;
      End;
    End;
  End;

```

FIGURA 23 – Codificação do RBC no sistema, botão “Salvar” (continuação)

```

    AuxTot:= AuxTot + Aux;
  End;
End;

DModule.TbPerfCasoQtPerfCaso.Value:= DModule.TbMedidaQtMed.Value;
DModule.TbPerf.Locate('CdPerf', DModule.TbPerfCasoCdPerf.Value, []);
Peso:= ((DModule.TbPerfPesoPerf.AsFloat / 1000) *
        (DModule.TbPerfCasoTamPerfCaso.AsFloat / 100) *
        DModule.TbMedidaQtMed.AsFloat) +
        ((DModule.TbPerfPesoPerf.AsFloat / 1000) * (PerdaTot / 100));
PesoTotal:= PesoTotal + Peso;
DModule.TbPerfCasoPesoPerfCaso.AsFloat:= Peso;
DModule.TbPerfCaso.Post;
DModule.TbMedida.Next;
End
Else
  DModule.TbMedida.Next;
End;
DModule.TbCaso.Edit;
ShowMessage(FloatToStr(PesoTotal));
DModule.TbCasoPesoCaso.AsFloat:= PesoTotal;
DModule.TbCaso.Post;
End;
DModule.TbItemOrcaCdOrc.Value:= DModule.TbOrcaCdOrc.Value;
If CorItem.ItemIndex = 0 Then
  DModule.TbItemOrcaVItem.Value:=   DModule.TbCasoPesoCaso.AsFloat   *
KgFosco
Else
  DModule.TbItemOrcaVItem.Value:=   DModule.TbCasoPesoCaso.AsFloat   *
KgBronze;
DModule.TbItemOrca.Post;
End;

```

A similaridade de cada caso em relação ao novo caso é calculada da seguinte forma (já testando com os valores múltiplos de 5):

- Se o código da esquadria for igual, então + **60%**;
- Se a altura for igual, então + **20%**;
- Se a largura for igual, então + **20%**;
- Se a altura for 5cm menor, então + **1%**;
- Se a largura for 5cm menor, então + **1%**.

Assim a Tabela 9 indica se o caso é usado ou não, de acordo com a similaridade, utilizando uma esquadria de altura 123cm e largura 132cm, então serão testados estes valores transformando-os para múltiplos de 5, que ficam respectivamente 125cm X 135cm. Considera-se que o código da esquadria é o mesmo, então seu peso é de 60%.

TABELA 9 – Uso da similaridade na tabela de casos

Altura	Largura	Peso do Código	Peso da Altura	Peso da Largura	Peso Total	Status
100	135	60%	0%	1%	61%	Não se usa este caso
120	130	60%	0%	0%	60%	Não se usa este caso
125	135	60%	20%	20%	100%	Usa-se este caso sem questionamentos
130	135	60%	1%	20%	81%	Pode-se usar este caso desde que autorizado pelo usuário
130	140	60%	1%	1%	62%	Pode-se usar este caso desde que autorizado pelo usuário

Ao clicar no botão “Confirmar Orçamento” o sistema obterá todos perfis utilizados no orçamento através da tabela “Perfis do Caso”, posteriormente procura-se na tabela “Perfis Unitários” o que se tem em estoque. Então o sistema gerará um relatório de otimização do material em estoque (Figura 24), que obtêm inicialmente o menor tamanho de cada perfil em estoque e vai diminuindo deste os maiores tamanhos, se possível, de cada perfil que será utilizado; posteriormente pega-se tamanhos maiores em estoque em ordem crescente, e tamanhos menores do que será utilizado para o orçamento em ordem decrescente, isto até que não se tenha estoque ou até que o orçamento já tenha todo material necessário. Assim estes perfis são retirados do estoque.

FIGURA 24 – Otimização de perfis em estoque

Otimização de Corte dos Perfis em Estoque para Orçamento de: Alan Augusto Lira 27/05/02

Código	Tamanho em estoque	Tamanho Utilizado	Qtde. Utilizada
BG-202	203,6	115,3	1
		33,05	2
BG-202	600	115,3	5
MP-309	332,5	33,05	8
		29,3	2
MP-309	600	29,3	6
MP-374	124,8	121,3	1

Page 1 of 1

Se houverem perfis que não estão disponíveis em estoque para fechar o orçamento, gera-se um relatório (Figura 25) com o valor total que falta de cada perfil para ser fabricado todo o orçamento.

FIGURA 25 – Perfis que faltam para completar orçamento

Relatório dos Perfis Faltantes para Orçamento de: Alan Augusto Lira 27/05/02

Código do Perfil:	Descrição:	Tamanho Faltante:
BG-202	Baguete Módulo Prático	1546
MP-300	Montante liso de janela	712,8
MP-302	Montante com engate de janela	475,2
MP-321	Montante com puxador de janela	475,2
MP-357	Trilho superior de janela	279
MP-358	Trilho inferior de janela	279
MP-359	Lateral lisa de janela	490

Page 1 of 1

7 CONCLUSÕES

O uso do RBC no desenvolvimento deste trabalho mostrou-se útil e eficiente no cálculo do orçamento; mas não tão eficiente na otimização do material em estoque, provavelmente pela forma de codificação adotada neste.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados já que o principal deles é o cálculo do orçamento utilizando RBC, e como consequência deste obtêm-se a otimização de material e o controle de estoque. No cálculo do orçamento (parte do RBC) é criada uma tabela de casos com medidas das esquadrias em múltiplos de 5cm, isto para que não seja criada uma tabela muito grande, que deixaria o sistema ineficiente pelo excesso de informações. Com esta tabela de 5 em 5cm para orçamento também não há problemas para as esquadrias de alumínio, já que atualmente usam tabelas manuais com a mesma diferença no tamanho.

Este trabalho foi desenvolvido também com o objetivo comercial, assim, este já foi desenvolvido com o intuito de facilitar o controle interno das empresas de esquadrias de alumínio, então se pretendeu desenvolver uma interface amigável com facilidades para ser utilizado por executivos deste tipo de empresa, que geralmente são leigos na área de informática.

Observou-se que o uso do RBC juntamente com os Sistemas de Informação tornou-se uma tecnologia excelente para o desenvolvimento destes tipos de sistemas, com intuito comercial. O RBC torna o sistema mais eficiente e eficaz, assim não é necessário fazer todo um cálculo para se obter uma solução se esta já está solucionada na base de casos, então fica mais fácil utilizar o resultado calculado em um caso anterior.

No desenvolvimento deste trabalho constatou-se que, nestes tipos de sistema, o RBC não pode ser considerado uma técnica de Inteligência Artificial, e sim uma técnica de desenvolvimento, implementação. Pode-se afirmar isto, pois no uso do RBC ficou evidenciado que foi utilizado como uma técnica para facilitar a implementação, e não como uma técnica para resolver um tipo de problema baseado em possibilidades.

7.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Inicialmente teve-se a dificuldade de definir como seria criada a base de dados, esta foi feita com a tabela de “Casos” através das medidas das esquadrias e do peso da mesma, gravado na base de casos. Mais uma dificuldade seria como calcular o orçamento utilizando diferentes tipos de esquadrias e diferentes tamanhos, isto foi feito através da tabela “Medidas”, onde cria-se um tabela virtual idêntica à utilizada manualmente, só que esta é mais precisa e em constante atualização.

7.2 SUGESTÕES

Como sugestão para trabalhos futuros se poderia implementar o cálculo de orçamento para todos os tipos de esquadrias, pois no presente trabalho falta calcular o orçamento de portões e cercas, que não se utilizam da tabela “Medidas” como foi definida.

É muito interessante aplicar o RBC em outros tipos de Sistemas de Informação, pois esta combinação mostrou-se muito eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JÚNIOR, Osni Pereira. **Sistema de apoio ao processo decisório relativo à manutenção de hardware/ software para minimizar o tco em uma lan utilizando raciocínio baseado em casos.** 1998. 93 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

AMPLIMATIC, Divisão de Alumínio. **Catálogo de Perfis.** São José dos Campos, 2001. Catálogo de Exposição.

CANTÚ, Marco. **Dominando o Delphi 5.** São Paulo: Makron Books, 2000.

CORRÊA, Lurregi S.; SOUZA, Marcel P. **Fábrica de experiências - raciocínio baseado em casos,** Florianópolis, set. 1999. Disponível em: <http://c3.eps.ufsc.br/rbc/fet_rbc299.html> Acesso em: 12 mar. 2002.

CORNELL, Gary; TROY, Strain. **Delphi: segredos e soluções.** Tradução Lars Gustav Erick Unonius; revisão técnica de José Carlos F. Guimarães. São Paulo: Makron Books, 1995.

CRISTOVÃO, Leandro. **ADO com Delphi 6.** Florianópolis: Visual Books, 2001.

DALFOVO, Oscar; AMORIM, Sammy Newton. **Quem tem informação é mais competitivo.** Blumenau: Acadêmica, 2000.

FAYYAD, U.M.; SHAPIRO, G.P.; UTHURUSAMY, R. **Advances in knowledge discovery and data mining.** Massachusetts: The MIT Press, 1996.

FELICIANO NETO, A. **Engenharia da informação: metodologia, técnicas e ferramentas.** São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Minidicionário da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1977.

FURLAN, José Davi. **Sistemas de informação executiva:** como integrar executivos ao sistema informacional das empresas, fornecendo informações úteis e objetivas para suas necessidades estratégicas e operacionais. São Paulo: Makron Books, 1994.

GAEBLER, Ana Cristina. **Sistema de controle da qualidade para a produção de manufatura utilizando raciocínio baseado em casos.** 1999. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

HEINRICH, Luciane Tondorf. **Sistema de informação aplicados a lojas de confecções do Alto Vale do Itajaí – SC utilizando raciocínio baseado em casos.** 2000. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências da Computação). Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

MEDEIROS, Marcelo; GONÇALVES, Pablo. **Criando uma aplicação comercial completa em Delphi 5.** Florianópolis: Advanced Books, 2000.

MERCADO-GARDNER, Juanita. **Projetando bancos de dados com Access 2.** Tradução Elisa M. Ferreira. São Paulo: Berkeley, 1995.

PERSPECTION INC. **Microsoft Access 97: sem mistério.** Tradução Ana Luiza L. Colicigno; Christina P. Vianna de Almeida; Elaine Pezzoli: Berkeley Brasil, 1997.

POMPILHO, S. **Análise essencial:** guia prático de análise de sistemas. Rio de Janeiro: Infobook, 1994.

SILVA, Reginaldo Rubens da. **Sistema inteligente para apoio a identificação de possíveis suspeitos de crimes.** 1999. 103 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciência da Computação). Centro de Educação Superior de Ciências Tecnologia, da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

SONNINO, Bruno. **Desenvolvendo aplicações com Delphi 5**. São Paulo: Makron Books, 2000.

SOUZA, André Luiz. **Criação de tabelas utilizando o Sybase Central**, Uberaba, [2000?]. Disponível em: < <http://xfk.vilabol.uol.com.br/any/sqlany.htm> >. Acesso em: 16 mar. 2002.

SHILLER, Larry. **Excelência em software**. São Paulo: Makron Books, 1992.

STAIR, Ralph M. **Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

WETHERBE, James C. **Análise de sistemas: para sistemas de informação por computador**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus. 1987.