

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

SISTEMA APLICATIVO PARA CONTROLE DE FRETES
UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

GISELE EHLERT

BLUMENAU
2004

2004/1-19

GISELE EHLERT

SISTEMA APLICATIVO PARA CONTROLE DE FRETES

UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Regional de Blumenau para a obtenção dos créditos na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Ciência da Computação — Bacharelado.

Prof. Wilson Pedro Carli – Orientador

**BLUMENAU
2004**

2004/1-19

SISTEMA APLICATIVO PARA CONTROLE DE FRETES
UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Por

GISELE EHLERT

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos
na disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II, pela banca examinadora formada
por:

Presidente: _____
Prof. Wilson Pedro Carli. – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Roberto Heinzle, FURB

Membro: _____
Prof^a Fabiane B.V. Benitti, FURB

Blumenau, 13 de dezembro de 2004

Dedico este trabalho aos meus pais que com todo esforço me ajudaram a chegar até sua finalização.

Vencer é o que importa, o resto, é
conseqüência.

Ayrton Senna

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre me deram todo apoio para não desistir.

Ao meu amigo Carlinhos por toda ajuda e atenção.

Ao Gerson, pela paciência e cobrança, fazendo com que a cada dia chegasse mais próximo do meu objetivo.

Ao meu orientador, Wilson Pedro Carli, por ter acreditado desde o início neste trabalho, e pelo apoio quando estava prestes à desistir.

A todos pela paciência nesse período de falta de tempo e nervos à flor da pele.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a apresentação de um sistema para controle de fretes, onde o mesmo deverá permitir o cadastro das tabelas de transportadoras e a importação do arquivo de notas fiscais emitidas no sistema de faturamento. Cruzando estas informações, o sistema irá aplicar a técnica de raciocínio baseado em casos para sugerir a melhor opção de transporte e rota aumentando a eficiência da entrega das mercadorias aos clientes.

Palavras chaves: Raciocínio Baseado em Casos; Fretes.

ABSTRACT

This article has as its main objective to present a kind of system to control freights, and it will also allow the register of the charts of companies that work with transportation and the importation of the archive of invoices issued in the invoicing system. Having all this information, the system will put into practice the technique of reasoning based in cases to suggest the best option of transportation and rote increasing the efficiency of the delivery of the goods to the clients.

Key words: Reasoning Based in Cases; Freights.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do CEP	24
Figura 2 – Diagrama Contexto	27
Figura 2.1 – Manter Usuários (DFD)	28
Figura 2.2 – Manter Estados (DFD)	28
Figura 2.3 – Manter Rotas (DFD)	28
Figura 2.4 – Manter Região (DFD)	29
Figura 2.5 – Manter Cidade (DFD)	29
Figura 2.6 – Manter de Transportadora (DFD)	29
Figura 2.7 – Manter Tabela de Preços (DFD)	30
Figura 2.8 – Manter Cliente(DFD)	30
Figura 2.9 – Manter Notas Fiscais(DFD)	30
Figura 2.10 – Manter Cidades por Rota(DFD).....	31
Figura 2.11 – Gerar Melhor Rota(DFD).....	31
Figura 2.12 – Gerar Cidades por Rota(DFD)	31
Figura 2.13– Gerar Custo por Cidade/Estado(DFD).....	32
Figura 2.14– Gerar Custo por Rota(DFD).....	32
Figura 2.15– Fazer Login(DFD).....	32
Figura 3 – Modelo Lógico de Dados	33
Figura 4 – Modelo Físico de Dados	34
Figura 5 – Fluxograma do processo	40
Figura 6 - Tela de <i>login</i> para o sistema	42
Figura 7 - Tela inicial do sistema	42
Figura 8 - Tela com abertura do menu Cadastros.....	43
Figura 9 – Cadastro de Estado	43
Figura 10 – Cadastro de Regiões	44
Figura 11 – Cadastro de Cidades	44
Figura 12 – Cadastro de Rotas (rotas iniciais).....	45
Figura 13 – Cadastro de Rotas (gerada pela simulação)	45
Figura 14 – Cadastro de Cidades por Rota	46
Figura 16 – Cadastro de Transportadora	47
Figura 17 – Cadastro de Tabela de Preço para Carga Fracionada.....	48
Figura 18 – Cadastro de Tabela de Preço para Carga Fechada	49
Figura 20 – Tela da Importação de Dados.....	50
Figura 21 - Tela com pré-seleção para notas fiscais.....	50
Figura 24 - Tela demonstrando custo de frete previsto (tela parcial 2).....	53
Figura 26 – Tela com Menu de Relatórios Cadastrais.....	54
Figura 27 – Tela filtro para relatório de Cidades por Rota.....	54
Figura 28 – Relatório das Cidades por Rota.....	55
Figura 29 – Tela com Menu de Relatórios Gerenciais	55
Figura 30 – Seleção para o relatório de Custo por Rota.....	56
Figura 31 – Relatório de Custo por Rota.....	56
Figura 32 – Seleção para o relatório de Custo por Estado/Cidade	56
Figura 33 – Relatório de Custo por Estado/Cidade	57
Figura 34 – Tela mostrando outras notas para as mesmas cidades (tela parcial 1)	58
Figura 35 – Tela do sistema mostrando nova rota gerada (tela parcial 2).....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela tUsuarios.....	35
Tabela 2 – Tabela: tEstado	35
Tabela 3 - Tabela: tCidade.....	35
Tabela 4 – Tabela: tRegioes	36
Tabela 5 – Tabela: tRota.....	36
Tabela 6 – Tabela: tNotas	36
Tabela 7 – Tabela: tCliente.....	37
Tabela 8 – Tabela: tRotaCidade	37
Tabela 9 – Tabela: tTabelaPreco	37
Tabela 10 – Tabela: tTransportadora.....	38
Tabela 11 – Lay-out do arquivo texto de clientes	38
Tabela 12 – Lay-out do arquivo texto de transportadoras	39
Tabela 13 – Lay-out do arquivo texto de cidades.....	39
Tabela 14 – Lay-out do arquivo texto de notas fiscais	40

LISTA DE SIGLAS

CEP – Código de Endereçamento Postal

IA – Inteligência Artificial

NF – Notas Fiscais

RBC – Raciocínio Baseado em Casos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	15
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)	16
2.2 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS (RBC)	17
2.2.1 CASOS E BASE DE CASOS	18
2.2.1.1 REPRESENTAÇÃO DE CASOS	19
2.2.1.2 INDEXAÇÃO.....	19
2.2.1.3 RECUPERAÇÃO DE CASOS	19
2.2.1.3.1 MATCHING E RANKING	20
2.2.1.4 REUTILIZAÇÃO E ADAPTAÇÃO	21
2.2.1.5 O APRENDIZADO	21
2.3 TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGAS	22
2.4 PRECIFICAÇÃO	22
2.5 ROTEIRIZAÇÃO.....	23
2.6 ESTRUTURA DO CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO POSTAL (CEP)	24
2.7 TRABALHOS CORRELATOS	25
3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	26
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	26
3.2 ESPECIFICAÇÃO	27
3.2.1 DICIONÁRIO DE DADOS	35
3.2.2 LAY-OUT DOS ARQUIVOS TEXTO	38
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	40
3.3.1 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	41
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4 CONCLUSÕES.....	59
4.1 EXTENSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, os administradores precisam estar bem informados, pois a informação é a base para toda e qualquer tomada de decisão. Os sistemas de informação têm um papel fundamental e cada vez maior em todas as organizações de negócios. Os sistemas de informação eficazes podem ter um impacto enorme na estratégia corporativa e no sucesso organizacional.

Uma das áreas de maior importância dentro do contexto administrativo e financeiro de uma empresa é a de controladoria. Nesta área tem-se à disposição sistemas de informação sobre controle de custos, fluxo de caixa, contabilidade, contas a pagar e contas a receber. A interação destas áreas com as demais, dentro de uma empresa, é fundamental, resultando no bom andamento dos trabalhos internos e externos.

Observando-se uma empresa da região do município de Jaraguá do Sul, cuja finalidade é produzir produtos para utilidades domésticas em plástico percebeu-se a necessidade de maiores controles nas análises de custos, na área de controle de transporte de suas mercadorias, isto é, despacho e controle dos fretes.

As análises de custos são as mais visadas, pois são estas informações que fornecem um panorama geral do andamento da empresa. Através de relatórios de custo de frete, pode-se verificar a existência de áreas com maior concentração de custos e quais áreas são estas. Para as indústrias, que necessitam de um esquema de distribuição de seus produtos, uma das áreas que mais agrega custo ao produto é a de transporte.

Para obter-se um serviço com melhor desempenho, confiabilidade, disponibilidade, capacidade e menor custo, grande parte dos serviços de transporte é terceirizado. Para que este serviço prestado seja válido e vantajoso para ambos os lados (prestador de serviço e contratante), várias negociações são feitas para que se chegue ao ponto ideal.

Segundo Ballou (2002, p. 135), as taxas do transporte são os preços que transportadores contratados cobram por seus serviços. Vários critérios são usados no desenvolvimento das taxas sob uma variedade de situações de precificação. As estruturas mais comuns estão relacionadas ao volume, à distância e demanda.

Com estas informações, transportadores e empresa se reúnem para discutir qual a melhor opção para ambos, tomando como base o tipo de produto a ser transportado. Analisando suas características é possível chegar ao tipo de transporte ideal.

O sistema proposto terá seu desenvolvimento focado no transporte de produtos feitos em plástico, mais especificamente, utilidades domésticas. Este tipo de produto requer uma condição de transporte diferenciado, pois trata-se de um produto volumoso, pouco peso e baixo valor agregado.

O problema gerado por estas especificidades é a previsão de custos e a conferência dos valores cobrados pelos fretes, que em muitos casos é calculado manualmente e por amostragem, devido ao grande volume de conhecimentos de frete que são gerados todos os dias.

Para resolver este problema, a proposta é desenvolver um sistema aplicativo que cruze as informações das tabelas negociadas com as transportadoras, com os dados obtidos de um pré-faturamento e faça a previsão de custo de frete de cada uma das notas fiscais, mostrando qual o transporte terá o menor custo (carga fechada via caminhão contratado ou fracionada via transportadora). Se a carga fechada for sugerida como melhor opção de transporte o aplicativo implementará, através da técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), a sugestão de um melhor roteiro de entrega para as notas analisadas.

O RBC irá auxiliar na definição do melhor roteiro de entrega das mercadorias referente as notas fiscais especificadas, tomando como base o histórico das entregas anteriores. As primeiras deverão ser criadas manualmente para que se gere uma base de conhecimentos para as próximas análises.

A análise das despesas com transporte e as conferências dos valores cobrados versus previsto, poderão ser realizadas através dos relatórios que serão fornecidos pelo sistema. Esta conferência é fundamental, principalmente quando um grande percentual das despesas mensais da empresa está atribuído ao custo com frete.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema aplicativo capaz de calcular os custos de frete de uma empresa, cruzando as informações cadastradas no próprio sistema aplicativo, com as informações provindas de importações de dados através da geração de arquivo texto.

Os objetivos específicos são:

- a) realizar a importação dos dados de faturamento de um banco de dados já existente na empresa;
- b) sugerir a melhor opção de frete e aplicar RBC para carga fechada;
- c) disponibilizar relatórios gerenciais para a análise de custos/benefícios;

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresenta, além da introdução, os objetivos gerais e específicos do trabalho.

O segundo capítulo tem como objetivo apresentar conceitos, técnicas e ferramentas aplicadas no desenvolvimento deste trabalho.

O terceiro capítulo trata do desenvolvimento do trabalho, onde é realizada uma simulação comprovando seu funcionamento.

No quarto capítulo apresenta-se a conclusão e sugestões para trabalhos futuros, com base neste aplicativo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresenta-se uma definição dos temas e principais tecnologias que são utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. Os assuntos a serem descritos são: Inteligência Artificial (IA), Raciocínio Baseado em Casos (RBC), *Matching* e *Ranking*, Código de Endereçamento Postal (CEP), transporte rodoviário de cargas, precificação, roteirização e trabalhos correlatos.

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Desde seu início, a IA (Inteligência Artificial) gerou polêmica, a começar pelo seu próprio nome, considerada presunçosa por alguns, até a definição de seus objetivos e metodologias. O desconhecimento dos princípios que fundamentam a inteligência, por um lado, e dos limites práticos da capacidade de processamento dos computadores, por outro, levou á promessas exageradas e decepções.

Segundo Rabuske (1995, p. 21-22), IA é o resultado da aplicação de técnicas e recursos, especialmente de natureza não numéricos, viabilizando a solução de problemas que exigiriam do humano certo grau de raciocínio e de perícia. A solução destes problemas, com recursos tipicamente numéricos, é muito difícil. Por isso é que IA caracteriza uma nova era da computação, a era do processamento não numérico.

A IA vem sendo recomendada para tratar informações e transforma-las em conhecimento, pois o uso de suas técnicas no desenvolvimento de sistemas de computadores possibilita explorar o conhecimento do ser humano para resolver problemas que são feitos por especialistas.

Para o mundo computacional, todas as aplicações relacionadas a IA possuem sua devida importância, porém algumas têm se tornando mais comuns. Algumas possuem maior destaque, dentre as quais é possível citar: sistemas especialistas, processamento de linguagem natural, reconhecimento de padrões, robótica, jogos e raciocínio baseado em casos.

2.2 RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS (RBC)

Na maioria das vezes, ao procurar uma solução, ou uma explicação para algum problema, lembra-se de situações passadas nas quais deparou-se com a mesma situação.

De acordo com Castoldi e Santos (2002, p.1), Raciocínio Baseado em Casos nada mais é do que isso, um método de soluções de problemas usando adaptações de soluções anteriores similares a este problema.

Segundo Bittencourt (2001,p. 326), a área de Raciocínio Baseado em Casos é uma tecnologia que trata da solução de problemas baseada na procura e adaptação de *casos*, isto é, descrições de instâncias de problemas com suas soluções associadas, anteriormente armazenados.

O RBC possui algumas etapas que são descritas abaixo:

- a) identificação de um problema a ser resolvido (problema de entrada);
- b) definição das principais características que identificam este problema;
- c) busca e recuperação na memória de casos com características similares;
- d) seleção de um ou mais dentre os casos recuperados;
- e) revisão deste(s) caso(s) para determinar a necessidade de adaptação;
- f) reutilização do caso adaptado para resolver o problema de entrada;
- g) avaliação da solução do problema de entrada;
- h) inclusão do caso adaptado na memória de casos (aprendizagem);

De acordo com Rich e Knight (1993, p. 627) para que a memória seja usada com eficiência, precisa-se de um rico mecanismo de indexação. Quando encontrar-se diante de um problema, deve-se lembrar das experiências passadas relevantes (...). A idéia óbvia é indexar episódios passados pelas características que estão presentes neles.

Os casos são indexados através da atribuição de características que descrevem o caso de entrada. As características podem ser nomes, números, funções ou textos, e servem para representar características, objetivos, metas, restrições, condições. Servem ainda para identificar o caso e são estas características que determinam a similaridade com outro caso.

Seja qual for a aplicação, os sistemas desenvolvidos em RBC resolvem problemas utilizando o mesmo princípio: compara o novo caso com os casos já armazenados na memória

ou base de casos. Faz uma pesquisa pelos casos mais semelhantes utilizando algoritmos que calculam o grau de similaridade entre o novo caso e os casos da base. Se a consulta retornar um caso idêntico ao caso novo, dificilmente acontece, o caso encontrado pode ser usado naturalmente para resolver o problema. Caso contrário, será necessário que o usuário ou o próprio sistema faça uma adaptação da solução encontrada para resolver o problema. Quando é apropriado, novos casos serão acrescentados à base de casos para aumentar a base de conhecimentos do sistema.

Aamodt e Plaza (1994, apud SILVA, 2003, p.49), apresentam um esquema que descreve o ciclo de processos de um RBC em quatro partes: a RECUPERAÇÃO (*retrieve*) que trata da recuperação dos casos mais similares; a REUTILIZAÇÃO (*reuse*) recuperação e reuso de informações e conhecimentos dos casos nos quais o problema proposto já tenha sido solucionado previamente; a REVISÃO (*revise*) que se refere a revisar e adaptar a solução proposta, se necessário e a CONSERVAÇÃO (*retrain*) que se consiste em registrar a nova solução como parte de um novo caso.

Um determinado problema é resolvido pela recuperação de um ou mais casos anteriores, reusando um destes de um modo ou de outro de tal forma que se a solução não atende completamente, esta é revisada e adaptada até satisfazer as condições necessárias de tal forma que ao atingir-se o objetivo, a resolução deste novo caso é também registrado como uma nova experiência e incorporada ao banco de casos, para consultas futuras na resolução de outros problemas parecidos.

2.2.1 CASOS E BASE DE CASOS

Segundo Kolodner (1993 apud SILVA, 2003, p.50), a memória de casos é formada pela base de casos, que serve como um repositório, e pelos procedimentos de acesso a esta. Partindo deste princípio, conclui-se que a base de casos é formada pelo conjunto de casos que compõem a memória de um sistema RBC.

Silva (2003, p. 50) afirma que o desenvolvimento de um RBC é dividido em etapas que inicia com o estudo para a representação dos casos; segue-se com a definição dos índices para acesso ou indexação; elaboração de métodos para busca e análise comparativa de casos; avaliação e adaptação; e conclui-se com métodos para aprendizado.

2.2.1.1 REPRESENTAÇÃO DE CASOS

Como descrito anteriormente, um caso representa um conhecimento em particular sobre uma determinada situação. Em uma base de casos só devem ser armazenados os casos que possam ser úteis dentro do sistema.

De acordo com Kolodner (1993 apud SILVA, 2003, p.51), os casos são divididos em três partes:

- a) descrição do problema: representa o estado do ambiente e as condições envolvidas no momento em que um caso aconteceu, contextualizando a situação de acordo com as metas a serem alcançadas, suas restrições e caracterização;
- b) solução: a solução encontrada para o problema expresso no caso. Ela é compreendida pela solução propriamente dita, pelos procedimentos para resolução, as soluções alternativas, as soluções não aceitáveis e as justificativas, além das expectativas dos seus resultados;
- c) resultado: é composto do estado resultante após a aplicação da solução, e também se o resultado foi um sucesso ou falha, qual a estratégia para o reparo e apontar uma nova solução;

2.2.1.2 INDEXAÇÃO

De acordo com Silva (2003, p. 52), enquanto a representação dos casos ensina lições úteis, os índices representam um contexto que pode ensinar tais lições. A definição de um modelo indexador permite que o sistema RBC seja capaz de recuperar com rapidez o conhecimento necessário para o momento. Os indexadores são estruturas capazes de representar casos permitindo assim a rotulação de características importantes para sua recuperação e análise.

2.2.1.3 RECUPERAÇÃO DE CASOS

Recuperação é o processo de retornar um ou mais casos da base de casos em resultado à comparação de um novo caso com cada um dos casos da base. Esta comparação é feita através de uma avaliação de similaridade. O resultado desta comparação é a seleção de um

caso ou uma combinação de casos que sugere uma solução (Kolodner (1993 apud SILVA, 2003, p.53)).

A partir da descrição do problema ou situação corrente, o mecanismo de recuperação de casos permite que o RBC possa “lembrar” de suas experiências anteriores a fim de determinar qual ou quais destas são similares ao novo caso. Os casos retornados pelo algoritmo de busca, que utiliza os indexadores para classificar características, são analisados e comparados e para cada um é atribuído coeficiente de similaridade com o caso atual, provendo assim a capacidade de interpretação para determinados caminhos possíveis para solução. Deste conjunto de casos aproveitáveis, é determinado qual é o melhor caso que efetivamente norteará a resolução. (Silva (2003, p.53))

2.2.1.3.1 MATCHING E RANKING

Para que a base de conhecimentos seja pesquisada, existem algoritmos de recuperação. Eles buscam na memória casos com algum potencial de utilidade para resolver o problema atual. Para executar esta função pode-se citar as técnicas de *Matching* e *Ranking*.

Match pode ser definido como o processo de comparar dois casos entre si e determinar o seu grau de similaridade. Pode ser produzido um escore que representa o grau de similaridade ou simplesmente determinar se um caso é similar o suficiente ou não.

Ranking (ou ordenação) é o processo de ordenar os casos *partially-matching* de acordo com a utilidade, isto é, determinar qual é melhor que os outros. Frequentemente, o procedimento de *Ranking* usa a saída do procedimento de *Match* para ordenar os casos *partially-matching* de acordo com a sua utilidade.

Segundo Castoldi e Santos (2002, p.3), as etapas de um processo de *match* e *ranking* podem ser divididas de acordo com as necessidades que devem ser atendidas:

- uma maneira de reconhecer quais características de um caso corresponde à de outros;
- uma maneira de calcular o grau de similaridade dos descritores correspondentes;
- de acordo com os objetivos da recuperação, determinar e arquivar a importância das características para um processo de *match*.

2.2.1.4 REUTILIZAÇÃO E ADAPTAÇÃO

A reutilização de um caso na memória é um dos quesitos principais de um RBC. Ao ser encontrado o melhor caso (*best match*) isto não significa necessariamente que ele represente a resposta ao problema corrente. Adaptações ou reparos são necessários para que seja possível atender as expectativas e restrições do caso corrente.

A adaptação, segundo Watson (1994 apud SILVA, 2003, p.55), consiste em identificar as diferenças entre o caso recuperado e o corrente e verificar quais as partes do caso recuperado podem ser transferidas ao novo, gerando uma nova solução.

De acordo com Castoldi e Santos (2002, p.4), os métodos e estratégias de adaptação podem ser classificados em:

- Substituição: substitui valores apropriados na nova situação a partir de valores da antiga situação;
- Transformação: transformam uma antiga solução em outra adequada a nova situação;

2.2.1.5 O APRENDIZADO

Segundo Aamodt e Plaza (1994 apud SILVA, 2003, p.58), o aprendizado é o processo de tornar persistente o conhecimento adquirido na solução de um problema. Esta persistência traduz-se em armazenar no banco de dados a experiência adquirida.

O armazenamento consiste em selecionar quais as informações do caso devem ser guardadas, como estas devem ser indexadas para recuperação futura e como integrar o novo caso na memória de casos. Portanto, sobre esta base de conhecimentos adquiridos é que um sistema RBC pode aprimorar as respostas em problemas seguintes. Este processo pode ocorrer de forma automática ou através de interação do usuário. Por intermédio de uma interface amigável ao usuário, o modelo geral da base de conhecimento pode ficar acessível para ser incrementado, modificado ou reciclado. (Aamodt e Plaza (1994 apud SILVA, 2003, p.53))

2.3 TRANSPORTE TERRESTRE DE CARGAS

A seleção do modal de transporte pode significar o sucesso ou derrota no bom atendimento ao cliente. A análise da variedade de características dentro de um modal de transporte pode ser a solução para grande parte dos problemas nas entregas. Existem características que são essenciais para definir o modal de transporte para o tipo de produto da empresa contratante. Apesar disso, a base para a escolha do serviço está sendo focada, em sua maioria, no custo, velocidade e confiabilidade.

De acordo com Ballou (2002, p. 124), as vantagens inerentes do modal rodoviário são: seus serviços porta a porta de modo que nenhum carregamento ou descarregamento é exigido entre origem e destino.

Outras vantagens do transporte rodoviário estão relacionadas à formação de cargas, pois é bem mais fácil completar a carga de uma carreta ao invés de um trem e também a facilidade de carga e descarga em mercados pequenos.

Mas como nada é perfeito, o transporte rodoviário também enfrenta crises. Há vários anos o transporte de cargas, no Brasil, vem apresentando sintomas que apontam para graves problemas. Uma dependência exagerada do modal rodoviário, dificuldade de desenvolvimento dos outros modais, crescente número de acidentes e mortes, envelhecimento da frota e participação cada vez maior de autônomos, são alguns destes sintomas. (COPPEAD-UFRJ, 2002).

A Confederação Nacional de Transportes e o Centro de Estudos em Logística do Instituto COPPEAD de Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, uniram forças para realizar um estudo em profundidade sobre a questão, entender a profundidade do problema, identificar suas causas, e apresentar um plano de ação capaz de eliminá-los ou minimizá-los.

2.4 PRECIFICAÇÃO

As taxas de transporte são os preços que transportadores cobram por seus serviços. As estruturas mais comuns de precificação estão relacionadas à distância, peso, demanda e volume. Porém, ao falar de produtos de utilidade doméstica em plástico, refere-se a itens com grande volume, pouco peso e baixo valor agregado. São cargas que exigem uma tabela com negociação diferenciada, sendo esta por metro cúbico, tornando a característica “volume”, o principal item para formação do preço.

Além da tarifa por metro cúbico, outras taxas ajudam na formação no valor do frete, tais como: tarifa mínima, taxa de entrega, seguro da carga, taxa de re-entrega (quando houver), entre outras.

Alguns produtos possuem características especiais (volume e peso) e por isso se faz necessário uma política de precificação especialmente negociada, que possa agradar tanto ao prestador do serviço quanto ao contratante.

2.5 ROTEIRIZAÇÃO

Como os custos com transporte variam entre um e dois terços dos custos da logística, utilizar ao máximo os equipamentos e pessoal de transporte, é muito importante e de grande interesse. O melhor aproveitamento de espaço e tempo significa reduzir custos e atender melhor ao cliente.

Isto é possível encontrando os melhores trajetos que um veículo pode fazer através da malha rodoviária. Além disso, pode-se definir a seqüência de entrega das mercadorias de maneira a aproveitar o trajeto já definido para o veículo.

Segundo Ballou, (1995, p. 143) a montagem da rota ou plano de viagem é o problema encontrado para direcionar veículos através de uma rede de vias, rios ou corredores aéreos. O movimento pode ser feito pela mínima distância, mínimo tempo ou por uma combinação destes. Embora possam-se testar manualmente várias combinações de trechos viários, técnicas matemáticas programáveis em computadores podem ser bastante atrativas.

Sistemas aplicativos são desenvolvidos para auxiliar o profissional de logística na formação de roteiros de entregas, sugerindo a melhor rota, tendo como base as informações da pré-fatura. No caso de transporte com carga fechada, este processo torna-se mais simples pelo fato de as cargas terem origem → destino bem específicos e dificilmente possuem entregas intermediárias.

Um roteiro pode ser traçado a partir de um conjunto de clientes situados em uma mesma região, ou que estejam no decorrer do caminho entre origem/destino. Para que seja possível determinar esse caminho sem o auxílio de um especialista, é possível utilizar-se do

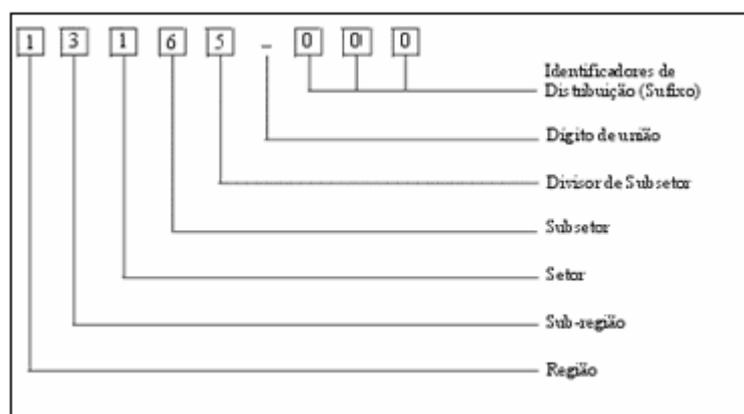
Código de Endereçamento Postal (CEP). Este código que inicialmente foi criado para uso das Agências dos Correios, pode facilitar o projeto de um novo roteiro.

2.6 ESTRUTURA DO CÓDIGO DE ENDEREÇAMENTO POSTAL (CEP)

De acordo com o site dos Correios (2004), o Código de Endereçamento Postal é um conjunto numérico constituído de oito algarismos, cujo objetivo principal é orientar e acelerar o encaminhamento, o tratamento e a distribuição de objetos de correspondência, por meio da sua atribuição a localidades, logradouros, unidades dos Correios, serviços, órgãos públicos, empresas e edifícios.

A finalidade do CEP é racionalizar os métodos de separação da correspondência por meio da simplificação das fases dos processos de triagem, encaminhamento e distribuição, permitindo o tratamento mecanizado com a utilização de equipamentos eletrônicos de triagem.

Na figura 1, é demonstrada a codificação criada pelos Correios: Setor, Subsetor, Divisor de Subsetor e Identificadores de Distribuição.



Fonte: site dos correios (2004)

Figura 1 – Estrutura do CEP

O Brasil foi dividido em dez regiões postais para fins de codificação postal, utilizando como parâmetro o desenvolvimento sócio-econômico e fatores de crescimento demográfico de cada Unidade da Federação ou conjunto delas. A distribuição do CEP foi feita no sentido anti-horário a partir do estado de São Paulo, pelo primeiro algarismo.

Cada Região Postal foi dividida em 10 sub-regiões que são indicadas pelo segundo algarismo do CEP. Cada uma dessas Sub-Regiões foi dividida em 10 Setores que são representados pelo terceiro algarismo. Cada Setor foi dividido em 10 sub-setores que são representados pelo quarto algarismo. E, finalmente, cada Sub-Setor foi dividido em 10 divisores que são representados pelo quinto algarismo.

2.7 TRABALHOS CORRELATOS

Como trabalhos correlatos é possível citar o trabalho de Kienen (2003), onde a tecnologia de RBC foi utilizada para auxiliar advogados na resolução de processos, através da técnica de similaridade.

Com a aplicação de RBC ainda tem-se o trabalho de Silva (2002), que utilizando o RBC no apoio à otimização das atividades de suporte técnico em uma empresa de desenvolvimento de software e de Becker (2002) aplicando a técnica de RBC para auxiliar no diagnóstico de enfermidades orais, visando facilitar e auxiliar na identificação de doenças da boca.

Kuhnen (2000) desenvolveu um sistema de indicação de hospedagem utilizando a técnica de raciocínio baseado em casos. O sistema analisa o perfil do usuário e compara com os hotéis disponíveis, sugerindo assim qual hotel é o mais adequado para o perfil do hóspede.

Outro sistema utilizando RBC que pode ser citado é Fujii (2001), que desenvolveu um aplicativo para gerenciar força de trabalho em empresas de telefonia móvel. Neste aplicativo é atribuída uma nota para cada habilidade que o técnico possui com relação ao problema. Ao final da avaliação, o técnico com a maior nota é alocado para atender ao chamado.

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo é detalhado o desenvolvimento do sistema. As seções seguintes descrevem os requisitos principais do sistema, especificação do sistema, implementação do sistema, operacionalidade da implementação, resultados e discussão.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

Através de entrevista realizada em uma empresa da região, observou-se que os processos de simulação de custo de frete e montagem de rota para entrega de mercadorias são efetuados manualmente.

São gerados relatórios das notas fiscais emitidas e os cálculos de previsão de custo de frete são feitos manualmente com calculadora e tendo em mãos a tabela de frete da transportadora.

Após esta análise chegou-se a conclusão que os requisitos funcionais a serem contemplados são:

- a) permitir o cadastramento das tabelas de frete das transportadoras;
- b) importar informações de uma base de dados já existente;
- c) calcular os custos de transporte com base no faturamento;
- d) definir a melhor opção de transporte;
- e) sugerir a melhor rota de entrega para cargas fechadas;
- f) oferecer relatórios gerenciais de custo de frete por rota e custo de frete por cidade/estado que devem auxiliar no processo de decisão;

Os requisitos não-funcionais a serem contemplados são:

- a) permitir o acesso ao sistema através de *login/senha*;
- b) gerar relatórios de fácil interpretação;
- c) utilizar ambiente *Delphi* e banco de dados *Interbase*;

3.2 ESPECIFICAÇÃO

A especificação do sistema proposto é apresentada a seguir através dos diagramas de contexto e fluxo de dados, dos modelos físico e lógico de dados, dicionário de dados, além dos lay-outs dos arquivos texto utilizados para importação de dados

No diagrama de contexto, apresentado na figura 2 são demonstradas as entidades externas envolvidas no aplicativo. A entidade Sistema Atual é responsável por gerar as principais tabelas que serão importadas no Sistema Aplicativo. A entidade Setor de Despacho é a figura chave do aplicativo, sendo ela responsável por manter os cadastros e executar os processos para geração de melhor rota de entrega. A entidade Gerência faz a avaliação da viabilidade dos custos através dos relatórios gerenciais.

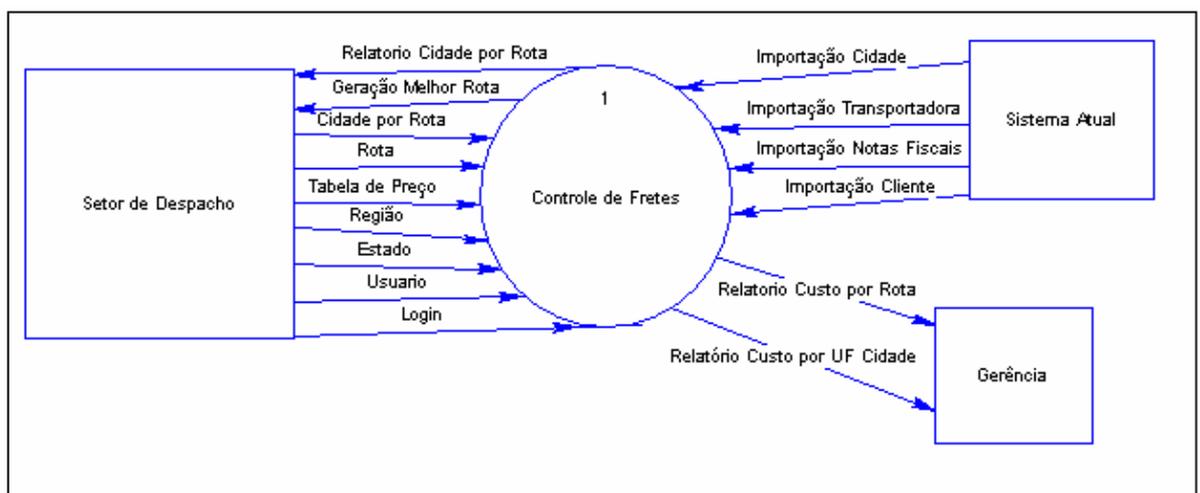


Figura 2 – Diagrama Contexto

As próximas figuras, demonstram o diagrama de fluxo de dados (DFD) de nível 0 (zero) para cada processo executado no sistema.

Na Figura 2.1 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de usuários.

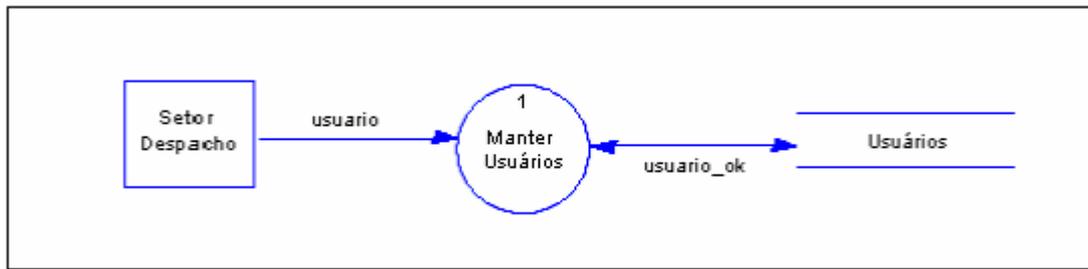


Figura 2.1 – Manter Usuários (DFD)

Na Figura 2.2 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de estados.

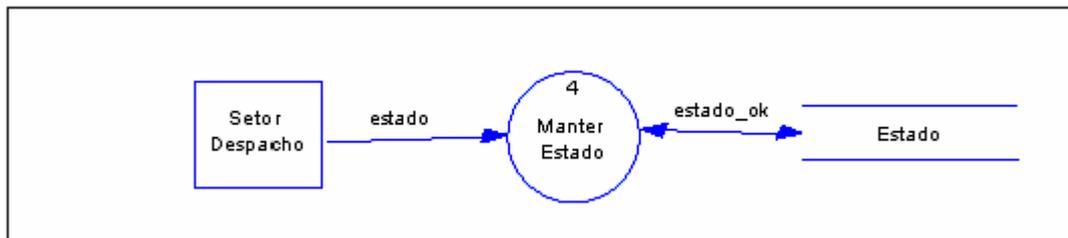


Figura 2.2 – Manter Estados (DFD)

Na Figura 2.3 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de rotas.

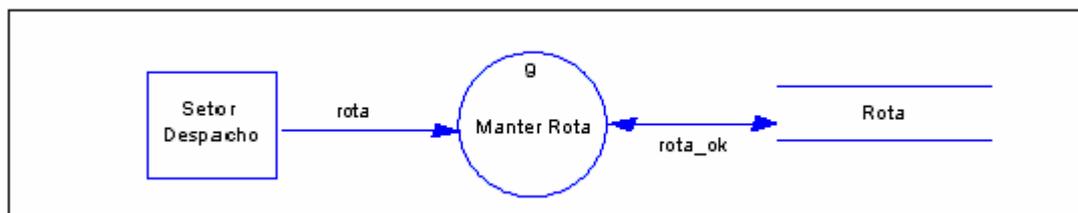


Figura 2.3 – Manter Rotas (DFD)

Na Figura 2.4 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de região.

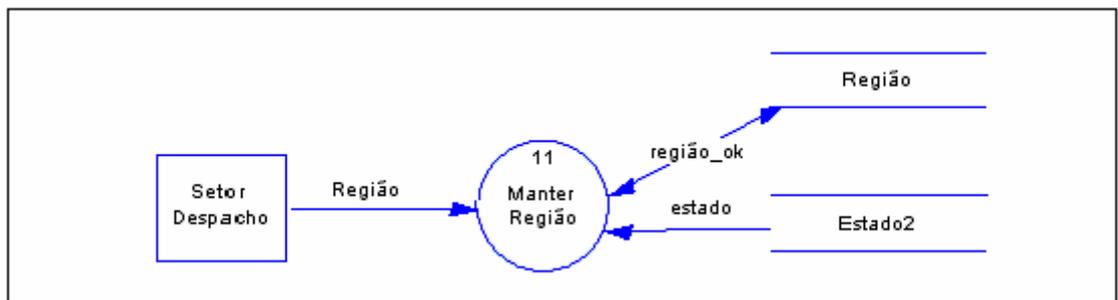


Figura 2.4 – Manter Região (DFD)

Na Figura 2.5 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de cidade.

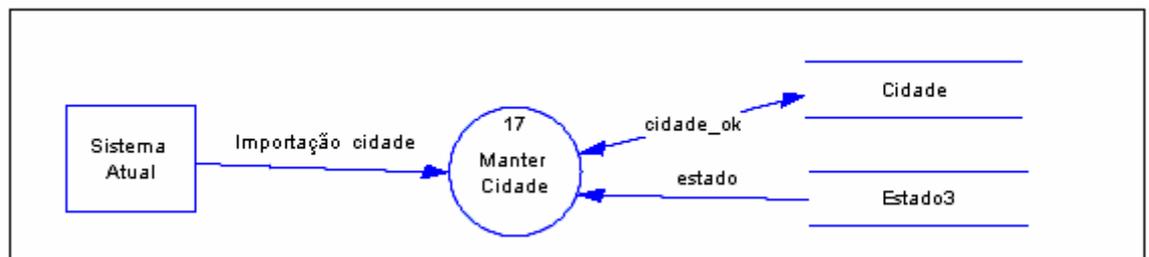


Figura 2.5 – Manter Cidade (DFD)

Na Figura 2.6 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de transportadora.

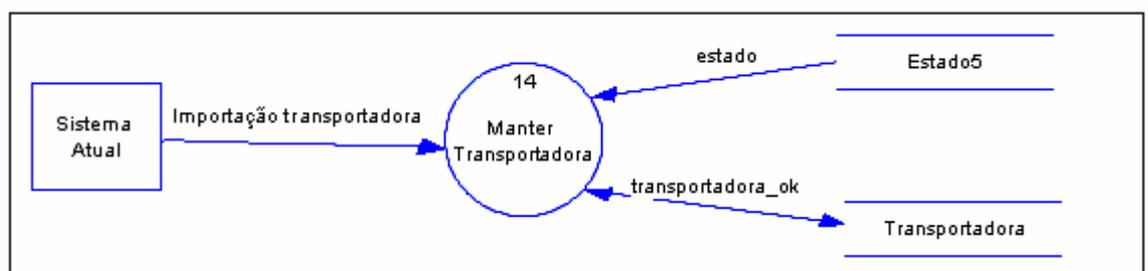


Figura 2.6 – Manter de Transportadora (DFD)

Na Figura 2.7 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de tabela de preços.

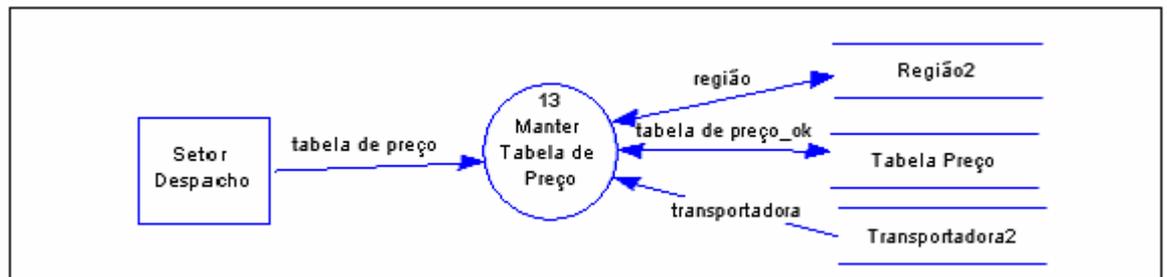


Figura 2.7 – Manter Tabela de Preços (DFD)

Na Figura 2.8 apresenta-se o DFD de nível 0 para o cadastro de clientes.

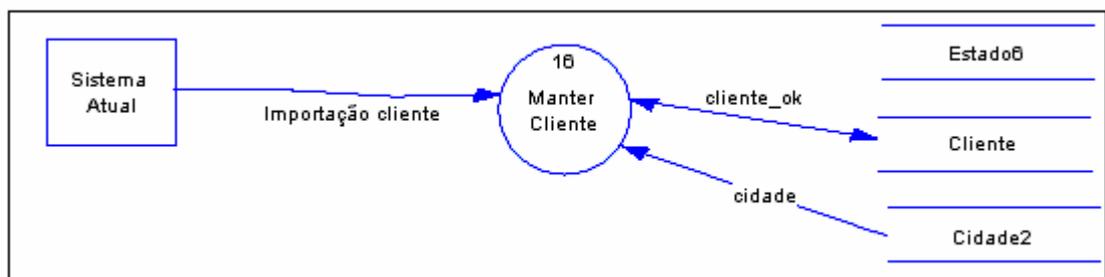


Figura 2.8 – Manter Cliente(DFD)

Na Figura 2.9 apresenta-se o DFD de nível 0 para a tabela de notas fiscais.

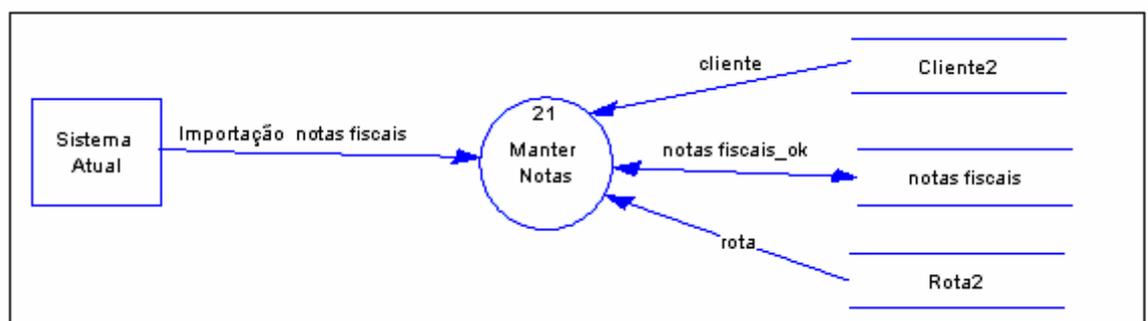


Figura 2.9 – Manter Notas Fiscais(DFD)

Na Figura 2.10 apresenta-se o DFD de nível 0 para o processo de manter cidades por rota.

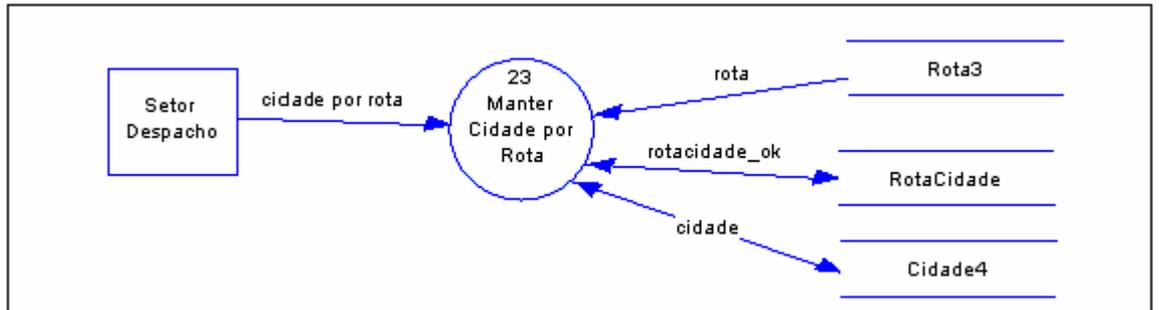


Figura 2.10 – Manter Cidades por Rota(DFD)

Na Figura 2.11 apresenta-se o DFD de nível 0 para o processo de gerar melhor rota.

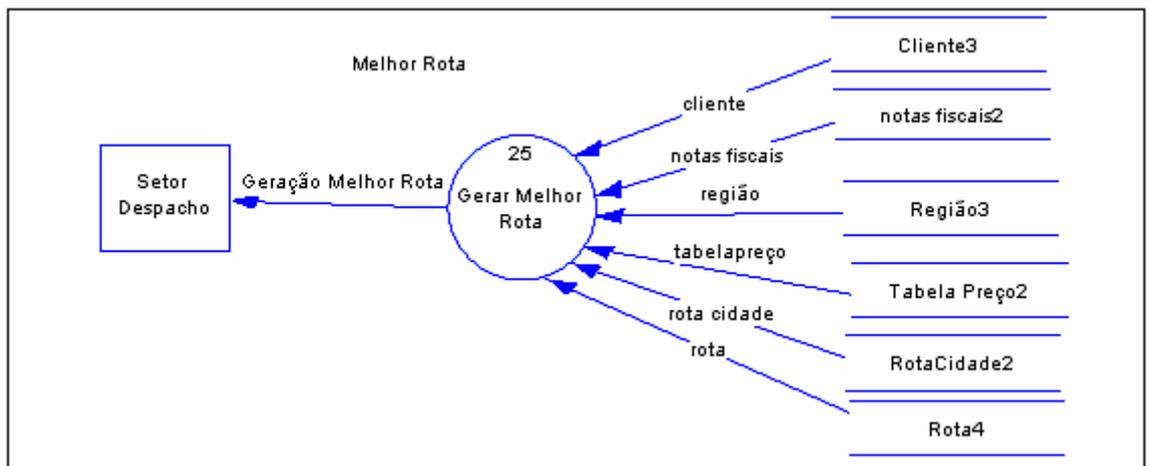


Figura 2.11 – Gerar Melhor Rota(DFD)

Na Figura 2.12 apresenta-se o DFD de nível 0 para geração do relatório de cidades por rota.

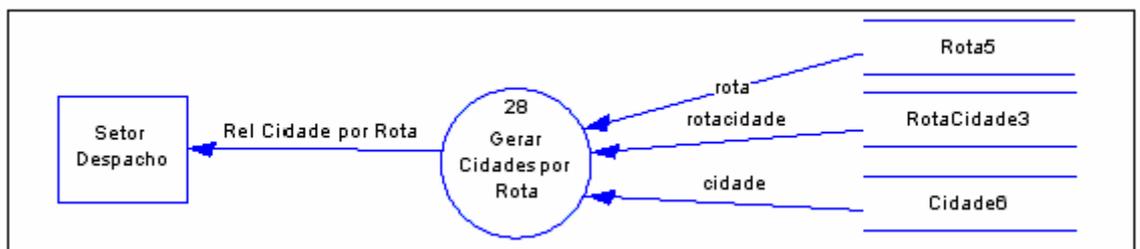


Figura 2.12 – Gerar Cidades por Rota(DFD)

Na Figura 2.13 apresenta-se o DFD de nível 0 para geração do relatório de custo por cidade/estado.

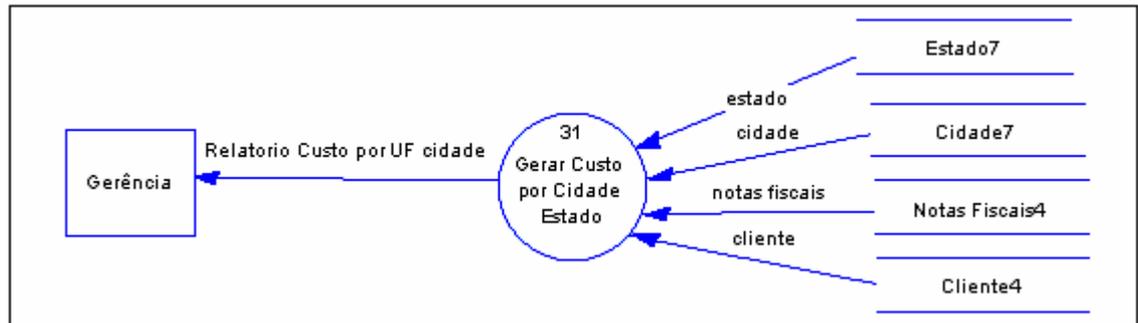


Figura 2.13– Gerar Custo por Cidade/Estado(DFD)

Na Figura 2.14 apresenta-se o DFD de nível 0 para geração do relatório de custo por rota

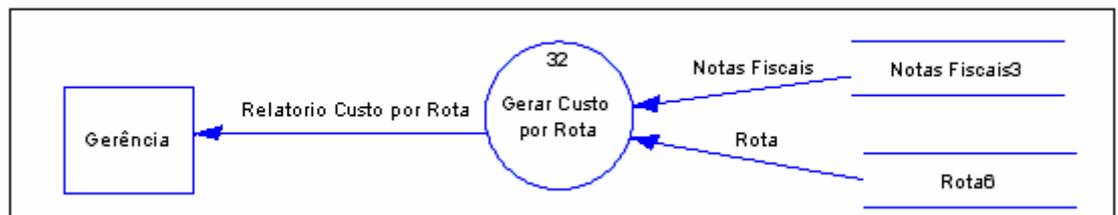


Figura 2.14– Gerar Custo por Rota(DFD)

Na Figura 2.15 apresenta-se o DFD de nível 0 para *login* do usuário no sistema.

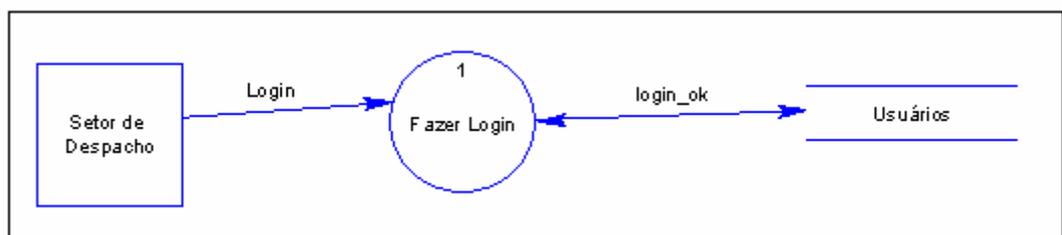


Figura 2.15– Fazer Login(DFD)

A figura 3 apresenta o modelo lógico de dados.

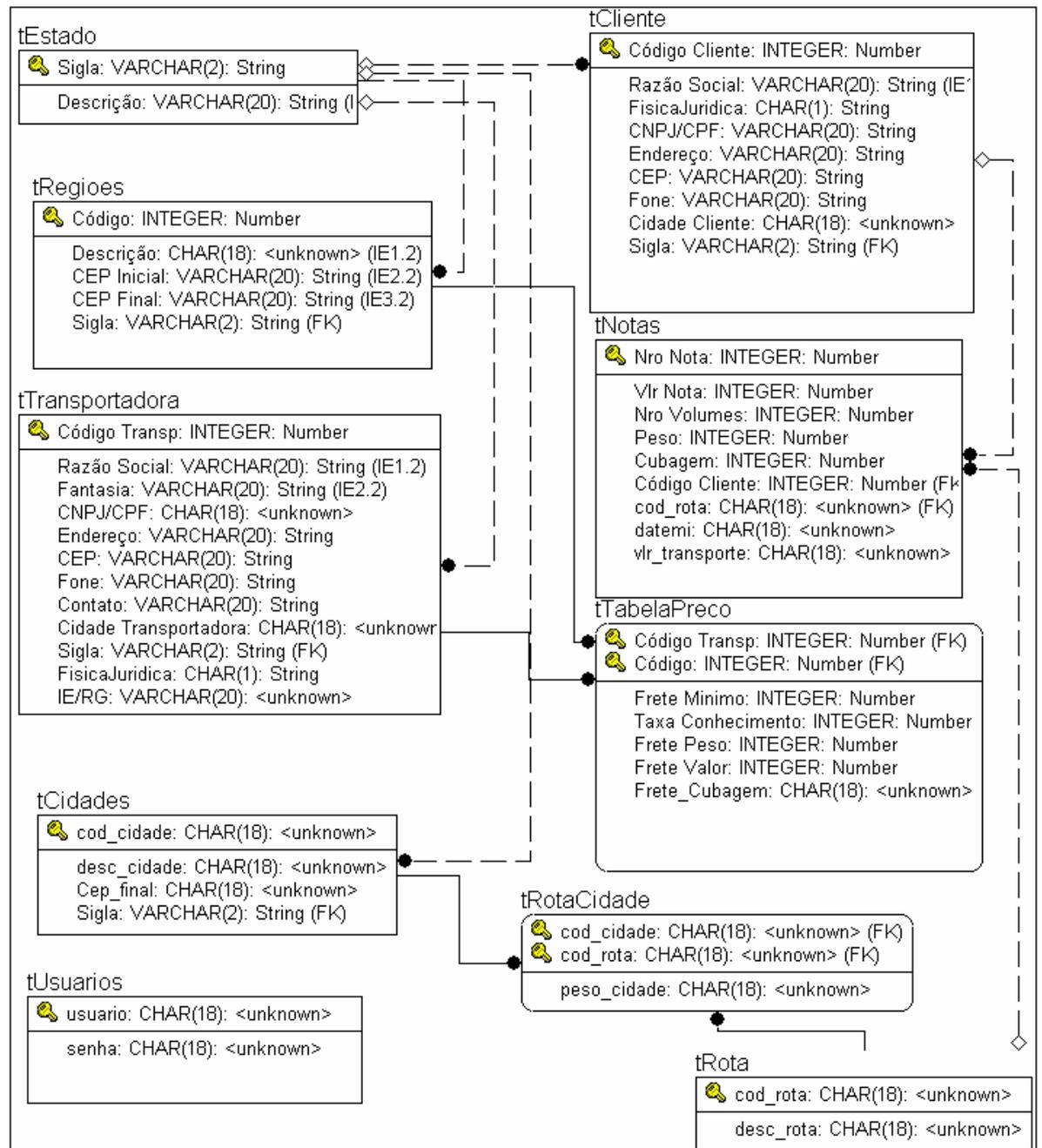


Figura 3 – Modelo Lógico de Dados

Na figura 4 é apresentado o modelo físico de dados.

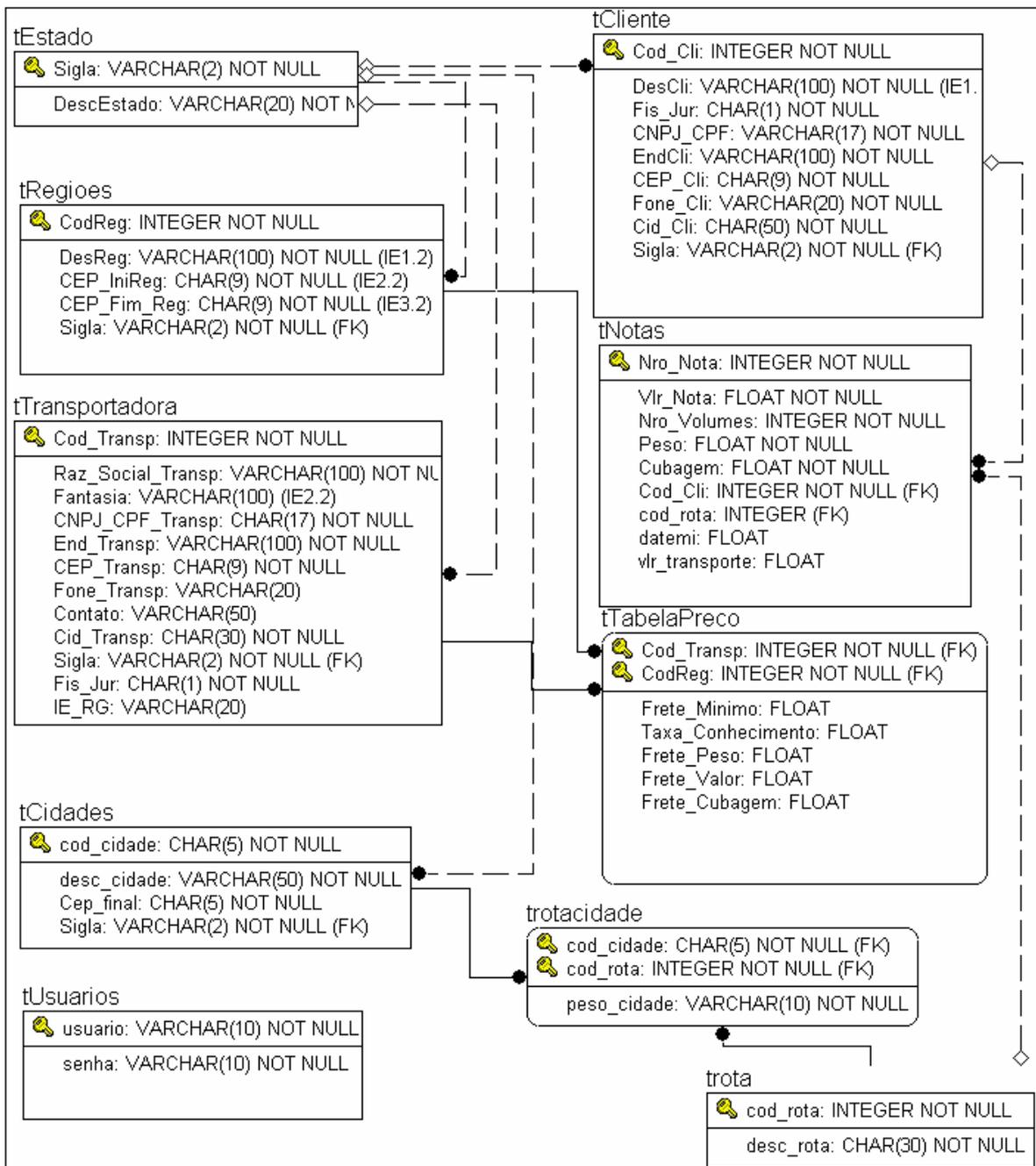


Figura 4 – Modelo Físico de Dados

3.2.1 DICIONÁRIO DE DADOS

A seguir encontra-se o dicionário de dados classificado por tabelas, onde são listadas as informações dos campos como: campo na tabela, nome, tipo, chave primária (PK), chave secundária (FK) e se o campo é requerido/obrigatório.

A Tabela 1 apresenta a especificação do cadastro de usuários.

Tabela 1 - Tabela tUsuarios

<i>Campo na Tabela</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
USUARIO	Usuário para <i>login</i>	A10	X		X
SENHA	Senha para <i>login</i>	A10			X

A Tabela 2 apresenta a especificação para o cadastro de estados.

Tabela 2 – Tabela: tEstado

<i>Campo na Tabela</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
SIGLA	Código do Estado	A2	X		X
DESCESTADO	Descrição do Estado	A20			X

A Tabela 3 apresenta a especificação para o cadastro de cidades.

Tabela 3 - Tabela: tCidade

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_CIDADE	Código da Cidade (Cep Inicial)	A5	X		X
DESC_CIDADE	Descrição da Cidade	A50			X
SIGLA	Código do Estado	A2		X	X
CEP_FINAL	Cep Final da Cidade	A5			X

A Tabela 4 apresenta a especificação do cadastro de regiões.

Tabela 4 – Tabela: tRegioes

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
CODREG	Código da Região	I	X		X
DESREG	Descrição da Região	A100			X
CEP_INIREG	Cep Inicial da Região	A9			X
CEP_FIMREG	Cep Final da Região	A9			X
SIGLA	Código do Estado	A2		X	X

Tabela 5 apresenta a especificação do cadastro de rotas.

Tabela 5 – Tabela: tRota

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_ROTA	Código da Rota	I	X		X
DESC_ROTA	Descrição da Rota	A30			X

A Tabela 6 apresenta a especificação do cadastro das notas fiscais.

Tabela 6 – Tabela: tNotas

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
NRO_NOTA	Número da Nota Fiscal	I	X		X
VLR_NOTA	Valor da Nota Fiscal	F			X
NRO_VOLUMES	Número de Volumes	I			X
PESO	Peso Bruto	F			X
CUBAGEM	Cubagem	F			X
COD_CLI	Código do Cliente	I		X	X
COD_ROTA	Código da Rota	I		X	
DATEMI	Data de Emissão da Nota Fiscal	D			X
VLRTRANSPORTE	Valor do Transporte (Frete)	F			

A Tabela 7 apresenta a especificação do cadastro de clientes.

Tabela 7 – Tabela: tCliente

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_CLI	Código do Cliente	I	X		X
DESCLI	Nome do Cliente	A100			X
ENDCLI	Endereço do Cliente	A50			X
FIS_JUR	Pessoa Física/Jurídica (F ou J)	A1			X
CEP_CLI	Cep do Cliente	A9			X
FONE	Telefone	A20			
CID_CLI	Cidade do Cliente	A50			X
SIGLA	Código do Estado	A2		X	X
CNPJ_CPF	CNPJ ou CPF	A18			X

A Tabela 8 apresenta a especificação do cadastro de cidades por rota.

Tabela 8 – Tabela: tRotaCidade

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_ROTA	Código da Rota	A5	X		X
COD_CIDADE	Código da Cidade	I	X		X
PESO_CIDADE	Peso da Cidade nesta Rota	A10			X

A Tabela 9 apresenta a especificação do cadastro de tabelas de preço das transportadoras.

Tabela 9 – Tabela: tTabelaPreco

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_TRANSP	Código da Transportadora	I	X		X
CODREG	Código da Região	I	X		X
FRETE_MINIMO	Valor Frete Mínimo	F			
TAXA_CONHECI MENTO	Taxa por Emissão de Conhecimento	F			
FRETE_PESO	Frete por Peso	F			
FRETE_VALOR	Frete por Valor da Nota Fiscal	F			
FRETE_CUBAGEM	Frete por Cubagem	F			

A Tabela 10 apresenta a especificação do cadastro de transportadoras.

Tabela 10 – Tabela: tTransportadora

<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Tipo</i>	<i>PK</i>	<i>FK</i>	<i>Req.</i>
COD_TRANSP	Código da Transportadora	I	X		X
RAZ_SOCIAL_TRANSP	Razão Social	A100			X
FANTASIA	Nome Fantasia	A100			
IE_RG_TRANSP	Inscrição Estadual ou RG	A18			X
END_TRANSP	Endereço	A100			X
CEP_TRANSP	Cep	A9			X
FONE_TRANSP	Telefone	A20			
CONTATO	Pessoa de Contato	A50			
CID_TRANSP	Cidade da Transportadora	A30			X
SIGLA	Código do Estado	A2		X	X
FIS_JUR	Pessoa Física/Jurídica (F ou J)	A1			X
CNPJ_CPF_TRANSP	CNPJ ou CPF	A18			X

3.2.2 LAY-OUT DOS ARQUIVOS TEXTO

Os arquivos de importação de dados possuem campos com tamanhos variáveis e utilizam o “|” como separador entre os campos. Os campos podem ainda estar editados com ponto (.), vírgula (,), barra (/) e hífen (-).

A tabela 11 apresenta o lay-out para o arquivo texto que deverá ser gerado para a importação das informações de clientes.

Tabela 11 – Lay-out do arquivo texto de clientes

<i>Campo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Valores</i>
Código do Cliente	Inteiro	Variável
Nome do Cliente	Alfanumérico	Variável
Tipo do Cliente	Alfanumérico	J – Jurídica ou F – Física
CNPJ ou CPF	Alfanumérico	Variável
Endereço	Alfanumérico	Variável
CEP	Alfanumérico	Variável
Cidade	Alfanumérico	Variável
Sigla do Estado	Alfanumérico	Variável
Telefone	Alfanumérico	Variável

A tabela 12 apresenta o lay-out para o arquivo texto que deverá ser gerado para a importação das informações de transportadora.

Tabela 12 – Lay-out do arquivo texto de transportadoras

<i>Campo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Valores</i>
Código da Transportadora	Inteiro	Variável
Nome da Transportadora	Alfanumérico	Variável
Tipo da transportadora	Alfanumérico	J – Jurídica ou F – Física
CNPJ ou CPF	Alfanumérico	Variável
Inscrição Estadual	Alfanumérico	Variável
Endereço	Alfanumérico	Variável
CEP	Alfanumérico	Variável
Cidade	Alfanumérico	Variável
Sigla do Estado	Alfanumérico	Variável
Telefone	Alfanumérico	Variável
Pessoa de contato	Alfanumérico	Variável
Nome Fantasia	Alfanumérico	Variável

A tabela 13 apresenta o lay-out para o arquivo texto que deverá ser gerado para a importação das informações de cidade.

Tabela 13 – Lay-out do arquivo texto de cidades

<i>Campo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Valores</i>
CEP Inicial	Alfanumérico	Variáveis
CEP Final	Alfanumérico	Variáveis
Nome da Cidade	Alfanumérico	Variáveis
Sigla do Estado	Alfanumérico	Variáveis

A tabela 14 apresenta o lay-out para o arquivo texto que deverá ser gerado para a importação das informações de notas fiscais

Tabela 14 – Lay-out do arquivo texto de notas fiscais

<i>Campo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Valores</i>
Número da Nota Fiscal	Inteiro	Variáveis
Código do Cliente	Inteiro	Variáveis
Data de Emissão	Data	Variáveis
Código da Transportadora	Inteiro	Variáveis
Valor da Nota Fiscal	Numérico	Variáveis
Peso bruto	Numérico	Variáveis
Quantidade de Volumes	Inteiro	Variáveis
Metros Cúbicos	Numérico	Variáveis

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

O protótipo foi implementado na ferramenta de programação Delphi, com banco de dados Interbase.

A figura 5 apresenta o fluxo do processo para execução do sistema.

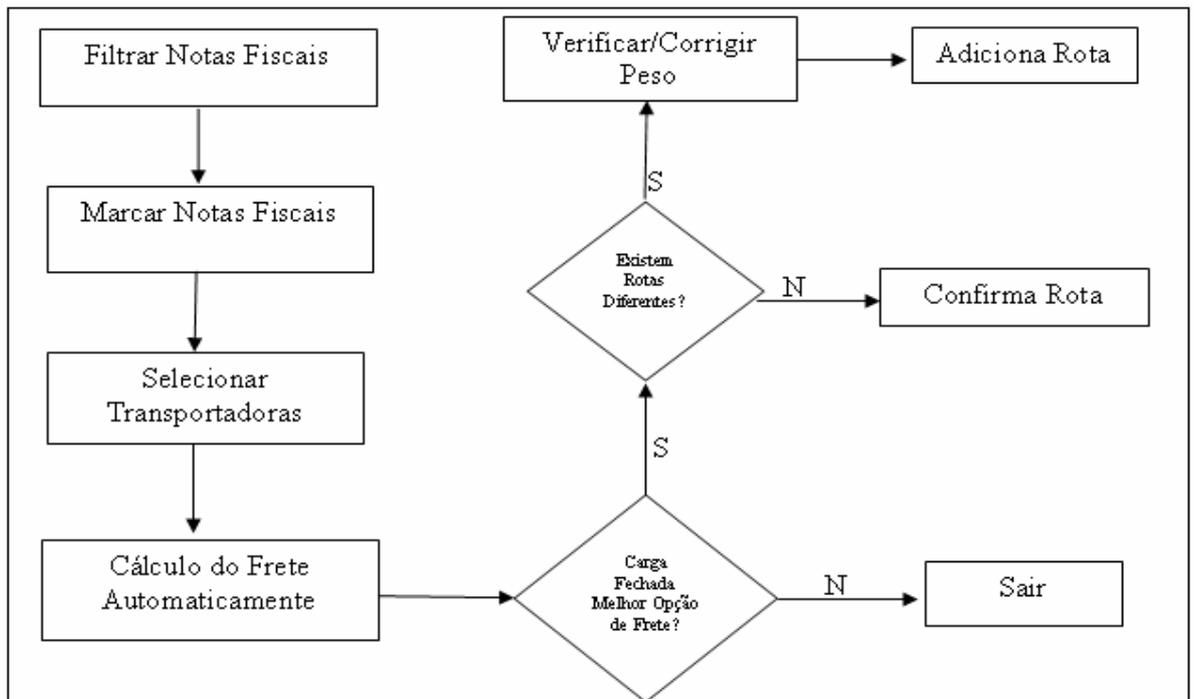


Figura 5 – Fluxograma do processo

O sistema permite selecionar notas fiscais e duas transportadoras para simular o custo do seu frete baseado nas tabelas de preço cadastradas para cada transportadora. O custo do frete destas duas transportadoras é comparado com o custo para um frete de carga fechada. Os valores cobrados para carga fechada, estão em uma tabela de preço como as transportadoras fracionadas. No momento da seleção das transportadoras, por *default*, a carga fechada já está selecionando, totalizando então três transportadoras para simulação.

Para organizar uma carga fechada é necessário que se monte um roteiro. Este é o objetivo principal deste trabalho, sugerir a melhor rota de entrega para as notas que foram selecionadas.

O sistema irá percorrer as notas, checando as cidades para verificar em quais rotas elas estão. Cada vez que uma cidade é encontrada na rota, soma-se um ponto para esta rota (*match*). Após este somatório, ordena-se as rotas pela pontuação (*ranking*), atribuindo ao sistema a rota com maior pontuação.

Se o sistema apresentar mais de uma rota para as notas selecionadas, é gerada uma nova rota, permitindo a alteração dos pesos das cidades. Esta nova rota pode ou não ser adicionada à base de conhecimentos. Para que isto aconteça, o usuário precisa confirmar a nova rota. Se todas as cidades estiverem na mesma rota, é possível alterar o peso das cidades para que tomem a seqüência correta para a entrega.

Para a geração das primeiras rotas foi utilizado o Código de Endereçamento Postal (CEP), pesquisando-se apenas os três primeiros dígitos do código que representam, região, sub-região e setor. Para as rotas, foram atribuídas as cidades que contém os mesmo três dígitos no início do seu CEP. Rotas com uma única cidade serão eliminadas e sua cidade remanejada para outras rotas á medida que o sistema for sendo executado.

Ao confirmar a simulação do roteiro de entrega, o código da rota é adicionado às notas fiscais, fazendo que as notas que tiverem este campo preenchido não estejam mais disponíveis para outras simulações.

3.3.1 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as telas e a funcionalidade do sistema.

A tela para *login* no sistema com usuário e senha pode ser vista na figura 6. O usuário é solicitado sempre com letra maiúscula e a senha é alfanumérica.



Figura 6 - Tela de *login* para o sistema

Na figura 7 é apresentada a tela inicial do sistema.



Figura 7 - Tela inicial do sistema

No menu Cadastros são feitas as chamadas para as telas onde são cadastrados os dados necessários para a execução da rotina de simulação. Este menu pode ser visto na figura 8.

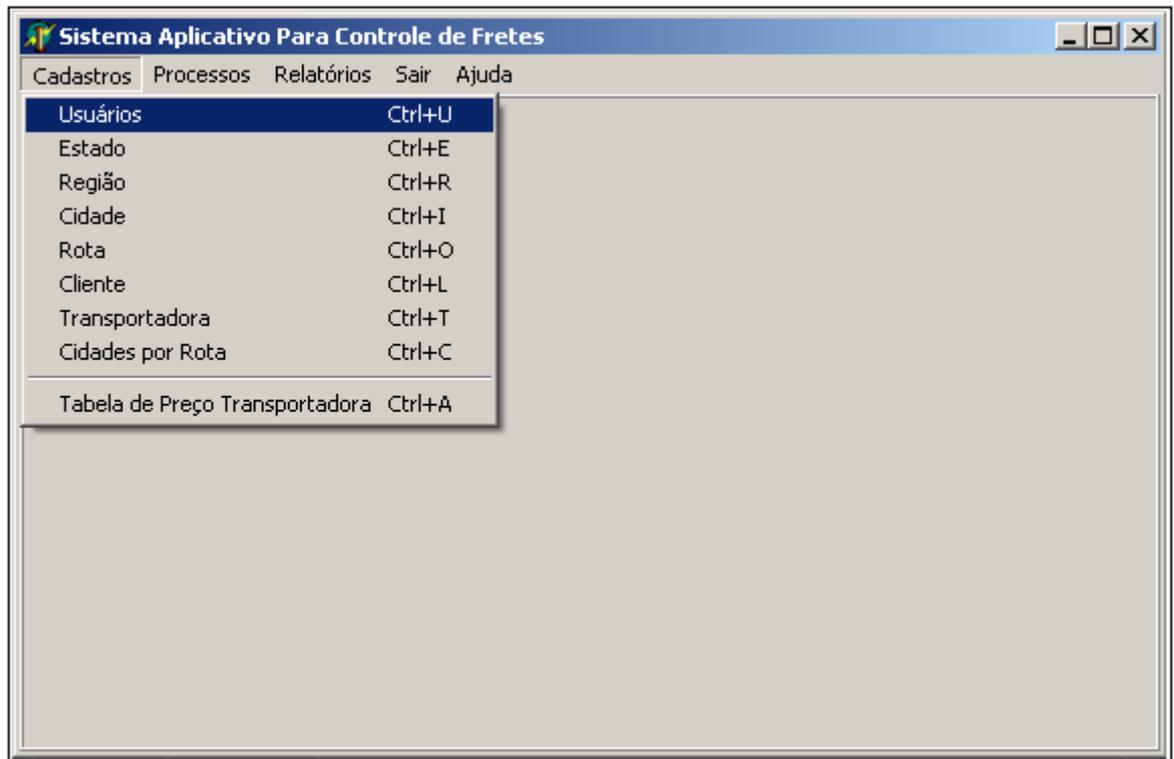


Figura 8 - Tela com abertura do menu Cadastros

A figura 9 apresenta o cadastro de Estados.



Figura 9 – Cadastro de Estado

A figura 10 apresenta o cadastro de regiões. O objetivo no uso de CEP inicial e CEP final é classificar as cidades que tenham o CEP compreendido entre eles, de maneira à perceber que elas pertençam a mesma região.

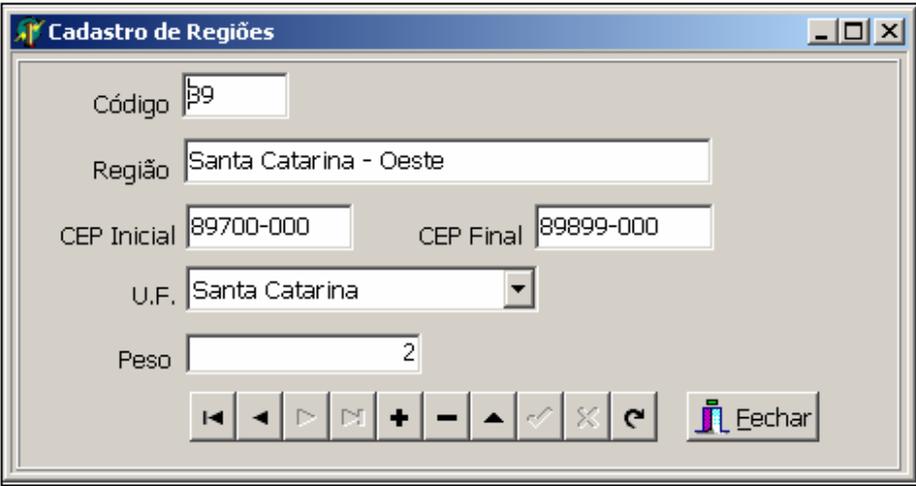


Figura 10 – Cadastro de Regiões

Para agilizar o cadastro das cidades, foi gerado um arquivo texto do cadastro de cidades do sistema já existente na empresa, sendo este arquivo importado para o aplicativo. Como pode ser visto na figura 11, o CEP inicial da cidade foi utilizado como código da cidade.

Apesar dos dados terem sido importados, o sistema permite a inserção de novas cidades, alteração e exclusão das cidades já cadastradas.

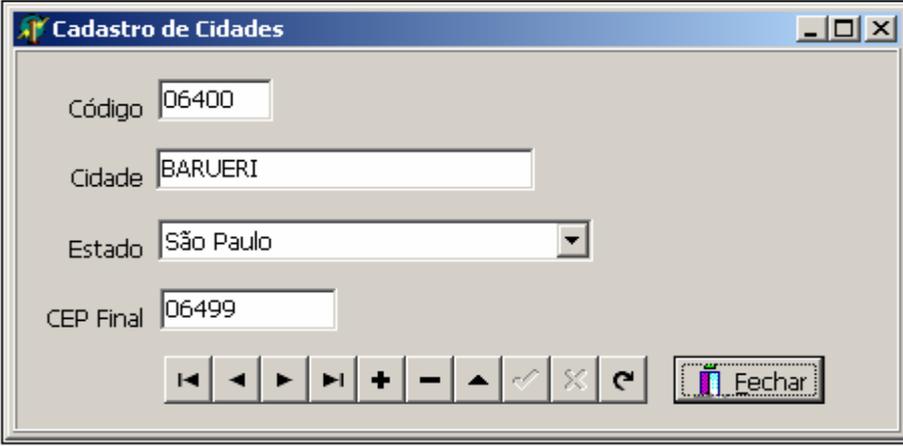


Figura 11 – Cadastro de Cidades

Para o cadastro das rotas iniciais, fez-se uso da estrutura dos CEP's. Utilizando-se dos três primeiros dígitos do CEP para gerar um código para a rota. Estes três primeiros dígitos indicam região, sub-região e setor. A figura 12 mostra a tela de cadastro de rotas, com uma das rotas iniciais que foram criadas automaticamente.

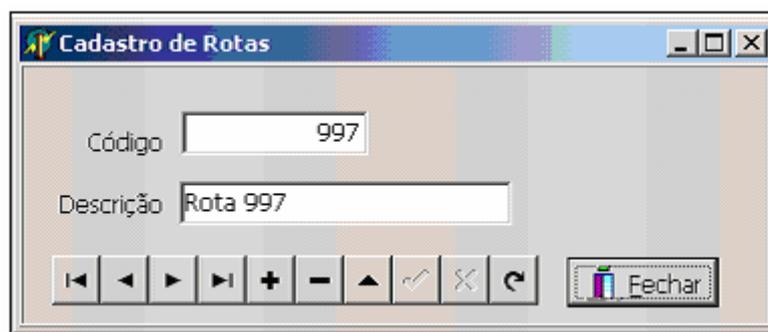


Figura 12 – Cadastro de Rotas (rotas iniciais)

À medida que o sistema é executado, novas rotas são adicionadas à base, agrupando rotas já existentes. Ao adicionar uma nova rota gerada pela simulação de roteiro, é possível compor uma descrição mais clara para esta rota, unindo as cidades origem e destino. Este exemplo pode ser verificado na figura 13.

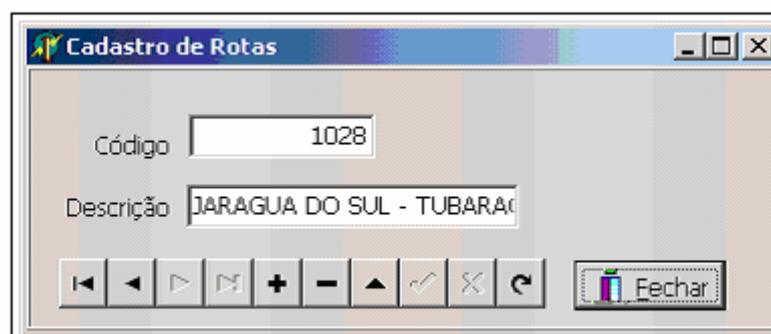


Figura 13 – Cadastro de Rotas (gerada pela simulação)

Após o cadastro das cidades e das rotas, é possível criar uma ligação entre os dois. Para isso, existe uma tela de Cadastro de Cidades por Rota como demonstrada na figura 14.

Fazendo uso novamente da estrutura do CEP, foi possível criar automaticamente as ligações iniciais entre as cidades e rotas. Partindo-se do princípio de que todas as cidades que possuem os três primeiros dígitos do seu código iguais, pertencem a mesma região, foi possível percorrer o cadastro da cidade, analisar seu código (derivado do CEP principal) e adicionar à rota correspondente.



Figura 14 – Cadastro de Cidades por Rota

O campo do peso é o que defini a seqüência que cada cidade possui no roteiro de entrega. No exemplo mostrado na figura 14, tem-se as cidades pertencentes a região de Joinville, todas com o código iniciado por 892.

O fato de uma empresa da região de Jaraguá do Sul ser o foco deste projeto faz com que a cidade de Jaraguá do Sul (código 89250), seja tratada como ponto de origem. No exemplo demonstrado na figura 14, é possível dividir a rota 892 em duas novas rotas, pois Jaraguá do Sul encontra-se no meio da rota, sendo possível partir em direções diferentes que percorrem cidades diferentes.

Na figura 15 é apresentado o cadastro de clientes. Este cadastro foi importado via arquivo texto gerado pelo sistema já existente na empresa analisada.

A tela permite o cadastro de novos clientes, a alteração e exclusão dos cadastros já existentes. O campo CEP tornou-se obrigatório e indispensável para a geração da simulação de rota.

Cadastro de Cliente

Código: 9309

Pessoa:
 Física Jurídica

Razão Social: SANSUE IND.COM.ALIM.LTDA

CNPJ/CPF: 78.881.000/0001-35

Endereço: RUA SANTA CATARINA,697

CEP: 89210-000 Cidade: JOINVILLE U.F.: Santa Catarina

Fone: 47-426-9999

Fechar

Figura 15 – Cadastro de Clientes

O cadastro de transportadoras é mostrado na figura 16.

Cadastro de Transportadora

Código: 159

Pessoa:
 Física Jurídica

CNPJ/CPF: 04.699.976/0001-55

Razão Social: RODOV.ANDRADE LTDA-(RODAN)

Fantasia: RODAN

I.E./RG: 116.237.159.118

Endereço: RUA PROF.MARIA J.B.FERNANDES,1125

CEP: 02117-022 Cidade: SAO PAULO U.F.: São Paulo

Fone: 11-6967-7514 Contato:

Fechar

Figura 16 – Cadastro de Transportadora

A última opção do menu de Cadastros é a Tabela de Preços. As transportadoras têm por padrão negociar suas tabelas de preço por região. Os campos percentuais de frete valor e frete peso são fatores aplicados sobre o valor da nota fiscal. A tela pode ser vista na figura 17.

Região	Taxa Conhec.	Frete Mínimo	Frete Valor(%)	Frete Peso(%)	Frete
Santa Catarina	12,00	20,00	0,40	0,16	
Paraná - Curitiba	12,00	18,00	0,40	0,16	
Paraná - Interior	12,00	25,00	0,40	0,20	
Rio Grande do Sul - Capital	12,00	25,00	0,40	0,20	

Figura 17 – Cadastro de Tabela de Preço para Carga Fracionada

Como um dos objetivos deste sistema é comparar os custos de frete entre carga fracionada (transportadoras normais) e carga fechada (caminhões contratados), foi necessário criar um código de transportadora com a razão social Carga Fechada, para que fosse permitido inserir uma tabela de preços para carga fechada. A carga fechada caracteriza-se por possuir um único fator percentual de valorização onde já estão embutidas todas as despesas e taxas necessárias. Este valor aplica-se à metragem cúbica das notas. Este valor foi inserido na coluna frete peso para evitar a criação de um novo campo na tabela que teria uso exclusivo.

O cadastro da tabela de preços para Carga Fechada é mostrado na figura 18.

Região	Taxa Conhec.	Frete Mínimo	Frete Valor(%)	Frete Peso(%)	Frete Cubagem
Santa Catarina		0,00	0,00	0,00	12,00
Paraná - Interior		0,00	0,00	0,00	17,50
Rio Grande do Sul - Capital		0,00	0,00	0,00	14,00
Rio de Janeiro - Capital		0,00	0,00	0,00	23,50
Alagoas - Capital		0,00	0,00	0,00	59,75
Bahia - Capital		0,00	0,00	0,00	52,00
Ceará - Capital		0,00	0,00	0,00	67,00
Paraíba		0,00	0,00	0,00	62,30
Pernambuco - Capital		0,00	0,00	0,00	61,00
Rio Grande do Norte - Capital		0,00	0,00	0,00	66,00
Sergipe - Capital		0,00	0,00	0,00	58,50
Maranhão - Capital		0,00	0,00	0,00	66,00

Figura 18 – Cadastro de Tabela de Preço para Carga Fechada

A segunda opção da tela é o menu de Processos que possui dois itens: Importação de Dados e Simulação da Melhor Rota, conforme figura 19.



Figura 19 – Tela principal com menu Processos

Como é possível perceber pela figura 20, a importação de dados trata-se de um processo simples, devendo dar atenção á dois detalhes: localização e nome dos arquivos à serem importados. Estas instruções encontram-se na tela.

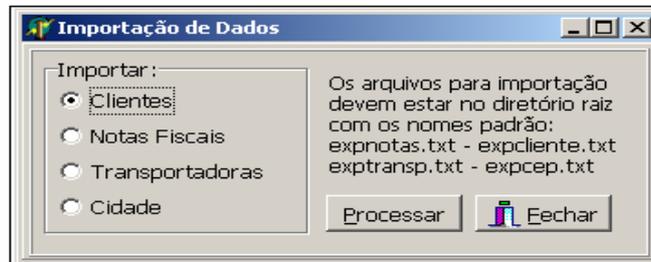


Figura 20 – Tela da Importação de Dados

A segunda opção do menu Processos é a Simulação da Melhor Rota. É a principal opção do sistema, pois é a partir dela que se inicia todo o processo de simulação que será demonstrado à seguir.

Para demonstrar a operacionalidade da implementação, será utilizado um estudo de caso simulando roteiro para entregas de notas para o Oeste de Santa Catarina.

A figura 21 mostra a tela utilizada para filtrar as notas por um intervalo de numeração, ou por uma região ou ainda por estado(s). Os campos para filtragem não são obrigatórios. Se nenhuma seleção for feita, todas as notas serão mostradas.

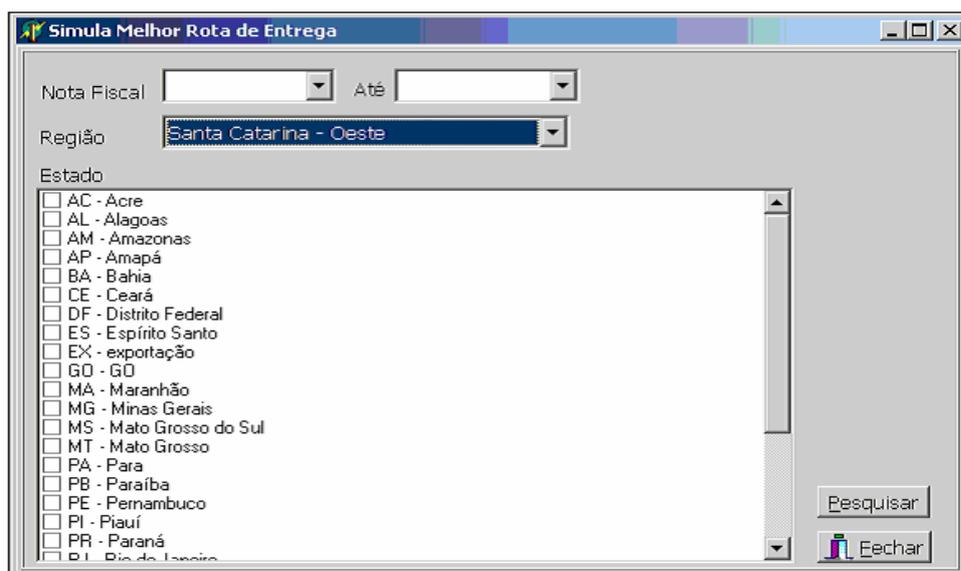


Figura 21 - Tela com pré-seleção para notas fiscais

Clicando no botão de pesquisa, uma nova janela mostra as notas de acordo com a seleção, conforme a figura 22.

The screenshot shows a window titled "Simulação" with a table of invoices and a list of carriers. The table has columns for Selection, Fiscal Note, Client Code, Client Name, City, and Invoice Value. The carrier list includes options like REUNIDAS, ROGER, ARACATUBA, etc., with REUNIDAS selected. Summary fields show a total value of R\$ 107.715,21, 110,04 meters, and 1.835 volumes. A "Processa" button is at the bottom right.

Seleção	Nota Fiscal	Cód. Cliente	Nome Cliente	Cidade	Valor N.F.
<input type="checkbox"/>	69339	319	SADIA S/A	CHAPECO	4723,25
<input type="checkbox"/>	69262	319	SADIA S/A	CHAPECO	7446,01
<input type="checkbox"/>	69237	319	SADIA S/A	CHAPECO	2614,65
<input type="checkbox"/>	69160	319	SADIA S/A	CHAPECO	6553,51
<input checked="" type="checkbox"/>	72014	316	SADIA S/A	CONCORDIA	9979,92
<input type="checkbox"/>	71695	316	SADIA S/A	CONCORDIA	2284,56

Totais: Valor **R\$ 107.715,21** Metros³ **110,04** Volumes **1.835**

Selecione as Transportadoras para a Simulação de Frete

- 2-REUNIDAS
- 3-ROGER
- 4-EXP. ARACATUBA
- 5-EXPRESSO JOINVILLE
- 6-TRANSLOVATO
- 7-TRANSLIGUE
- 8-MTR
- 9-EXP. SUL GOIAS
- 10-ALFA
- 11-TRANSMVILLE

Obs. É Permitido Simular até 3 Transportadoras Simultaneamente

Processa

Figura 22 - Tela para marcação das notas e transportadoras

O quadro superior permite que as notas desejadas sejam assinaladas. Ao marcar uma nota, os campos de totais são atualizados. Já o quadro inferior permite selecionar até 3 transportadoras para simular o custo do frete. Existe uma transportadora com seleção fixa, representando os valores cobrados para transporte com carga fechada.

Após clicar no botão Processa, o sistema busca as tabelas de preço das transportadoras cadastradas e simula o custo do frete para as notas selecionadas. Se o resultado for zero, significa que a transportadora não possui tabela de preço definida para a cidade em questão. Esta situação pode ser vista na figura 23.

Nro. Nota	Cód. Cliente	Nome	2 - REUNIDAS	10 - ALFA	14 - CARGA FECHADA
70064	643	LUGAR DISTRIB.ARMARINHOS LTDA	62,77	30,57	11,40
72014	316	SADIA S/A	308,86	137,97	29,10
70756	316	SADIA S/A	683,51	297,54	128,10
69951	316	SADIA S/A	642,77	279,18	62,10
69488	316	SADIA S/A	829,79	352,72	113,50
71254	116	SEARA ALIMENTOS S.A	147,61	71,53	15,10
70474	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	973,44	337,11	284,30
70177	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	1.209,37	416,72	348,80
71421	4648	COOP.CENTRAL OESTE CATARINENSE LTDA	224,73	103,18	29,10
70378	3764	SO ALUMINIO DIST.DE UTENSILIOS LTDA	225,11	87,48	78,90

Total Por Transportadora: 5.307,97 2.114,00 1.100,40

Adiciona Rota Confirma Rota Fechar

Figura 23 - Tela demonstrando custo de frete previsto (tela parcial 1)

A figura 24 apresenta a segunda parte da tela mostra a rota encontrada para cidade, peso da rota e peso da cidade que serve para ordenar as notas na seqüência da entrega. Neste momento ainda é possível excluir registros.

Para encontrar as rotas necessárias para formação do roteiro, o sistema percorre as rotas cadastradas e compara as cidades da rota, com as cidades das notas selecionadas na simulação. Cada igualdade encontrada, é atribuído um ponto para a rota. Ao término da comparação, ordena-se a rota pelos pontos de forma decrescente. Desta forma, a rota com maior pontuação é a mais adequada, sendo então selecionada. Para as cidades que eventualmente não fazem parte desta primeira rota, é realizada uma nova busca, até que todas as cidades tenham uma rota correspondente.

No estudo de caso apresentado, foram encontradas duas rotas necessárias para completar o roteiro das cidades selecionadas. Neste caso é habilitado o botão “Adiciona Rota”. Ao clicar neste botão o sistema irá gerar um novo código de rota, englobando as rotas necessárias para gerar o roteiro, e adicioná-lo a base de conhecimentos com as cidades ordenadas pelo campo peso cidade. Este peso pode ser alterado para que a nova rota seja gravada com a seqüência correta e poder ser re-utilizada sem sofrer novas adaptações. Neste momento também é gravado o código da rota na nota fiscal para que ela não esteja disponível para as próximas simulações.

2 - REUNIDAS	10 - ALFA	14 - CARGA FECHADA	Cidade	Rota	Peso Rota	Peso Cidade
62,77	30,57	11,40	CONCORDIA	897	2	1
308,86	137,97	29,10	CONCORDIA	897	2	1
683,51	297,54	128,10	CONCORDIA	897	2	1
642,77	279,18	62,10	CONCORDIA	897	2	1
829,79	352,72	113,50	CONCORDIA	897	2	1
147,61	71,53	15,10	SEARA	897	2	3
973,44	337,11	284,30	CHAPECO	898	3	1
1.209,37	416,72	348,80	CHAPECO	898	3	1
224,73	103,18	29,10	CHAPECO	898	3	1
225,11	87,48	78,90	CHAPECO	898	3	1

Total Por Transportadora 5.307,97 2.114,00 1.100,40

Figura 24 - Tela demonstrando custo de frete previsto (tela parcial 2)

Após confirmar a adição clicando em “Adiciona Rota”, é emitido um relatório conforme a figura 25.

<i>Roteiro Sugerido</i>						
Nro.Nota	Cod.Cliente		Cidade	Rota	Seq	Entrega
70064	643	LUGAR DISTRIB.ARMARINHOS LTDA	CONCORDIA	897 2	1	
72014	316	SADIA S/A	CONCORDIA	897 2	1	
70756	316	SADIA S/A	CONCORDIA	897 2	1	
69951	316	SADIA S/A	CONCORDIA	897 2	1	
69488	316	SADIA S/A	CONCORDIA	897 2	1	
71254	116	SEARA ALIMENTOS S.A	SEARA	897 2	2	
70474	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	CHAPECO	898 3	3	
70177	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	CHAPECO	898 3	3	
71421	4648	COOP.CENTRAL OESTE CATARINENSIS	CHAPECO	898 3	3	
70378	3764	SO ALUMINIO DIST.DE UTENSILIOS L	CHAPECO	898 3	3	

Figura 25 – Relatório com o roteiro sugerido

A terceira opção do Menu apresenta a opção Relatórios que está dividida em Relatórios Cadastrais e Relatórios Gerenciais. De acordo com a figura 26, os Relatórios Cadastrais possui Cidades por Rota.

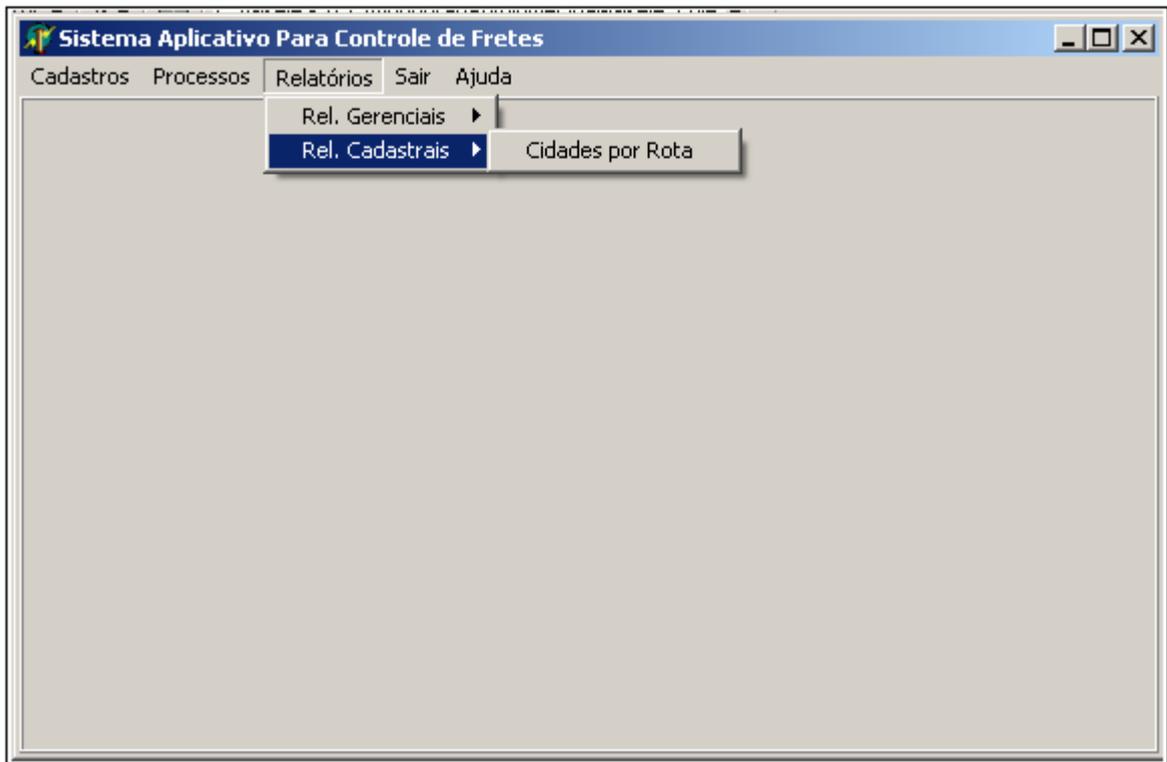


Figura 26 – Tela com Menu de Relatórios Cadastrais

A figura 27 mostra a tela com o filtro para o relatório de Cidades por Rota. O campo Rota não é obrigatório, portanto, se nenhuma rota for selecionada, o relatório irá listar todas as rotas.



Figura 27 – Tela filtro para relatório de Cidades por Rota

A Figura 28 mostra o layout do relatório de Cidades por Rota.

Relatório de Cidade por Rota			
Rota 891	Rota 891	Cidade	Peso Cidade
		89107 - POMERODE	1
Rota 1001	Rota 1001 - Blumenau	Cidade	Peso Cidade
		89108 - MASSARANDUBA	1
		89110 - GASPAR	4
		89115 - LUIZ ALVES	2
Rota 891	Rota 891	Cidade	Peso Cidade
		89120 - TIMBO	3
		89121 - RIO DOS CEDROS	2
		89124 - BENEDITO NOVO	1
		89126 - DOUTOR PEDRINHO	1
		89130 - INDAIAL	1

Figura 28 – Relatório das Cidades por Rota

A figura 29 mostra o menu de Relatórios Gerenciais com duas opções: Relatório de Custo por Rota e Custo por Estado/Cidade.

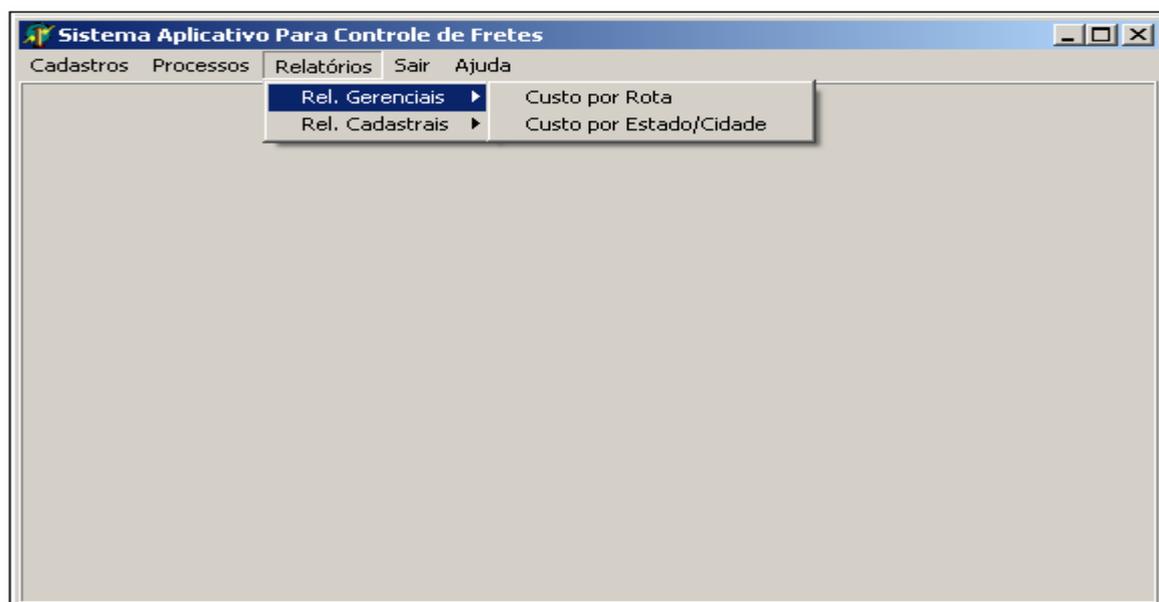


Figura 29 – Tela com Menu de Relatórios Gerenciais

A primeira opção de relatório gerencial é o Custo por Rota. Este relatório pode ser filtrado pela data de emissão da nota fiscal ou ainda pela Rota, conforme figura 30. Os

campos de filtragem não são obrigatórios, portanto não precisam ser preenchidos. Caso isso ocorra, todas as rotas serão listadas.

Figura 30 – Seleção para o relatório de Custo por Rota

Na figura 31 é mostrado o layout do relatório gerado a partir da tela de seleção.

<i>Previsão de Custo de Frete por Rota</i>			
Rota Rota 898 - Chapecó	Nro. Nota	Vlr. Nota	Frete Previsto
	6936€	1315,2	6,70
	7092€	3930,4	13,30
	7037€	2185,46	
	7142€	7390,32	
	70177	6380,94	
	7047€	5529,47	
Total 20,00			
Rota Capitães - Litor	Nro. Nota	Vlr. Nota	Frete Previsto
	6957€	631,07	100,04
	7040€	1102,28	124,80
Total 224,84			

Figura 31 – Relatório de Custo por Rota

A segunda opção para relatórios gerenciais é mostrada na figura 32. É permitida seleção por data de emissão da nota fiscal e/ou por Estado. Os campos não são obrigatórios, portanto se não forem preenchidos todas as notas serão listadas.

Figura 32 – Seleção para o relatório de Custo por Estado/Cidade

A figura 33 mostra o relatório de Custo por Estado/Cidade, de acordo com a seleção.

<i>Previsão de Custo de Frete por Cidade</i>					
Estado Bahia					
Cidade	SALVADOR	Nota Fiscal	Valor Nota	Custo Previsto	% Sobre Fatur.
		70408	1102,28	124,8	11,32
Total Cidade	124,80				
Total Estado	124,80				
Estado Pernambuco					
Cidade	RECIFE	Nota Fiscal	Valor Nota	Custo Previsto	% Sobre Fatur.
		69576	691,07	100,04	14,48
Total Cidade	100,04				
Total Estado	100,04				
Estado Santa Catarina					
Cidade	CHAPECO	Nota Fiscal	Valor Nota	Custo Previsto	% Sobre Fatur.
		69369	1915,2	6,7	0,35
		70926	3830,4	13,3	0,35

Figura 33 – Relatório de Custo por Estado/Cidade

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comprovar o funcionamento do protótipo, foi realizada uma nova simulação, selecionando as mesmas cidades, onde foi possível constatar que a nova rota gerada foi a de código 1008. O botão habilitado agora é o “Confirma Rota”, pois quando as rotas são comuns para todas as cidades, é permitido alterar o campo peso cidade e nenhuma nova rota é gerada.

O resultado pode ser visualizado na figura 34.

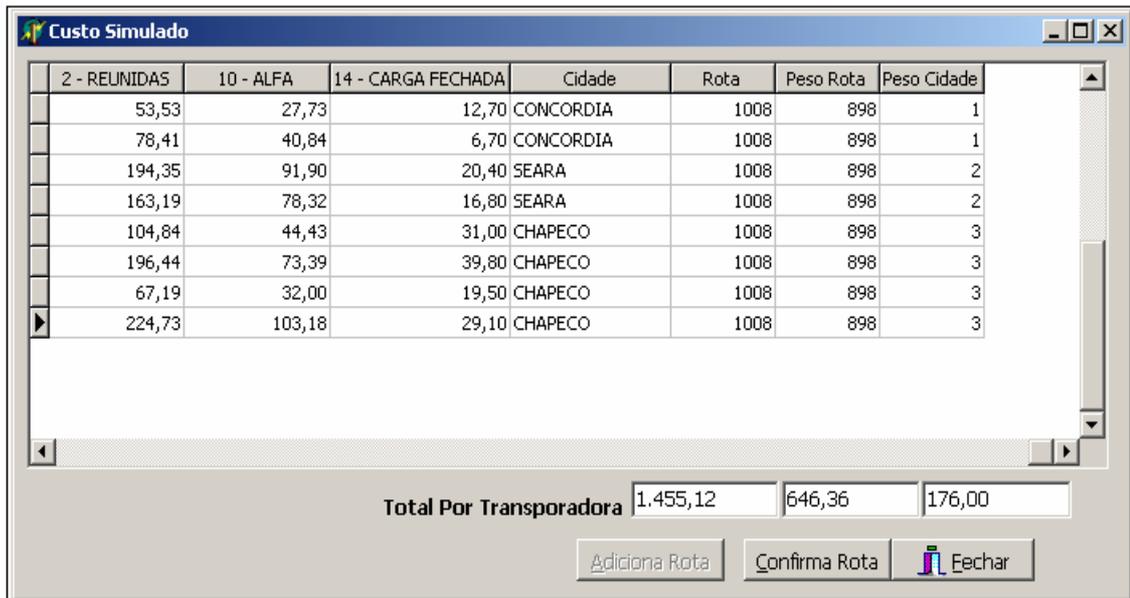
Nro. Nota	Cód. Cliente	Nome	2 - REUNIDAS	10 - ALFA	14 - CARGA FECHADA
71663	643	LUGAR DISTRIB.ARMARINHOS LTDA	53,53	27,73	12,70
71371	316	SADIA S/A	78,41	40,84	6,70
69893	116	SEARA ALIMENTOS S.A	194,35	91,90	20,40
69472	116	SEARA ALIMENTOS S.A	163,19	78,32	16,80
71310	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	104,84	44,43	31,00
70829	9094	ZANETTI COM.ARMARINHOS LTDA	196,44	73,39	39,80
70381	5432	COMERCIAL ROVEDA LTDA.	67,19	32,00	19,50
71688	4648	COOP.CENTRAL OESTE CATARINENSE LTDA	224,73	103,18	29,10

Total Por Transportadora 1.455,12 646,36 176,00

Adiciona Rota Confirma Rota Fechar

Figura 34 – Tela mostrando outras notas para as mesmas cidades (tela parcial 1)

A figura 35 mostra a parcial 2 da tela citada na figura 34.



2 - REUNIDAS	10 - ALFA	14 - CARGA FECHADA	Cidade	Rota	Peso Rota	Peso Cidade
53,53	27,73	12,70	CONCORDIA	1008	898	1
78,41	40,84	6,70	CONCORDIA	1008	898	1
194,35	91,90	20,40	SEARA	1008	898	2
163,19	78,32	16,80	SEARA	1008	898	2
104,84	44,43	31,00	CHAPECO	1008	898	3
196,44	73,39	39,80	CHAPECO	1008	898	3
67,19	32,00	19,50	CHAPECO	1008	898	3
224,73	103,18	29,10	CHAPECO	1008	898	3

Total Por Transportadora 1.455,12 646,36 176,00

Adiciona Rota Confirma Rota Fechar

Figura 35 – Tela do sistema mostrando nova rota gerada (tela parcial 2)

4 CONCLUSÕES

Para que o aplicativo seja capaz de sugerir a melhor rota de entrega com eficiência e sem intervenção do usuário, é necessário que a base de conhecimentos tenha a maior quantidade de soluções possíveis armazenada. Para alcançar esta situação, é necessário que as primeiras rotas sejam geradas e/ou adaptadas manualmente. Isso exige que a pessoa destinada a manipular o aplicativo tenha alguma experiência quanto a montagem de cargas e roteiros.

O aplicativo fez uso do RBC para sugerir a melhor rota de entrega para as cargas fechadas, baseando-se nas seleções realizadas pelo operador do sistema. Foi possível também demonstrar qual a melhor opção de frete, com base no valor do frete cobrado pelas transportadoras.

Tornou-se possível simular o valor do frete gerado pelas notas fiscais, uma vez que as tabelas de preço cobrado pelas transportadoras foram cadastradas no sistema.

Para esta conferência foram disponibilizados relatórios gerenciais que demonstram o percentual de frete sobre o valor de cada nota fiscal, alcançando assim todos os objetivos que foram propostos.

O sistema facilita a tarefa de montagem de cargas e escolha do transporte. Também auxilia no processo de conferência dos valores dos fretes cobrados por parte das transportadoras. Estes processos antes realizados manualmente, são automatizados com o uso do sistema que implica na maior agilidade e segurança na conferência das informações.

Desta forma é possível concluir que os objetivos do trabalho foram alcançados, justificando assim seu desenvolvimento.

4.1 EXTENSÕES

É sugerido como opção para trabalho futuro, a importação das faturas emitidas pelas transportadoras. Muitas transportadoras oferecem integração direta com seu sistema para monitoração e conferência das faturas.

Uma adaptação sugerida é o cadastro de caminhões com suas metragens cúbicas. Com esta informação, além de sugerir a melhor rota de entrega, seria possível otimizar o

aproveitamento do caminhão sugerindo qual caminhão teria melhor encaixe com as entregas previstas.

A quantidade de transportadoras que podem ser selecionadas para simulação do custo de frete, é fixa de duas transportadoras, além da carga fechada, tornando possível simular no máximo três transportadoras. Esta condição poderia ser melhorada permitindo que o usuário selecione quantas transportadoras achar necessário, tornado assim, uma simulação dinâmica.

É possível implementar uma espécie de “engenharia reversa”, onde fosse possível selecionar a rota e o aplicativo mostraria as notas que fazem parte desta rota.

Outra sugestão de adaptação é a implementação de gráficos nos relatórios de gerenciais. Esta opção pode ser um importante diferencial na aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BECKER, Elvis Bartolomeu. **Sistema de apoio para o diagnóstico de enfermidades orais utilizando raciocínio baseado em casos**. Blumenau, 2002. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência artificial**: ferramentas e teorias. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

CASTOLDI, Augusto César; SANTOS, Marcos de Oliveira dos. **Raciocínio Baseado em Casos**. Florianópolis, 2002. 5 f. Artigo (Bacharelado em Ciências da Computação) – Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal de Santa Catarina.

CORREIOS. **Estrutura do CEP**. Disponível em: <<http://www.correios.com.br/correios>>. Acesso em: 20 de outubro de 2004.

COPPEAD-UFRJ. **Transporte de carga no Brasil** – ameaças e oportunidades para o desenvolvimento do país, Rio de Janeiro, [2002]. Disponível em: <<http://www.cel.coppead.ufrj.br/fr-pesq-trans.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2004.

FUJII, Tatiana Bogo. **Aplicativo para gerenciamento de força de trabalho em empresas de telefonia móvel**. Blumenau, 2001 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

KIENEN, Paulo César. **Sistema de informação aplicado na advocacia utilizando raciocínio em casos**. Blumenau, 2003. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

KUHNEN, Rubens Rossi. **“i-hotel” – Sistema de indicação de hospedagem utilizando a técnica de raciocínio baseado em casos.** Itajaí, 2000, 120 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências da Computação) – Centro de Educação Superior de Ciências Tecnológicas, da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí.

RABUSKE, Renato Antonio. **Inteligência artificial.** Florianópolis : Ed. da UFSC, 1995.

RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin. **Inteligência artificial.** 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

SILVA, Carlos Eduardo de Souza e. **Sistema de apoio para otimização das atividades de suporte técnico de uma empresa de desenvolvimento de software, utilizando raciocínio baseado em casos.** Blumenau, 2002. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

SILVA, Emerson Henrique. **Aplicando agentes de software em um ambiente de ensino-aprendizagem para noções de números e relações a crianças de 5 a 7 anos.** Cascavel, 2003. 108 f. Monografia (Bacharelado em Ciências da Computação) – Faculdade de Ciências Aplicadas de Cascavel.