



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UM SISTEMA COMPUTACIONAL BASEADO EM TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL APLICADO AO GERENCIAMENTO DE CENTRAIS
DE INFORMAÇÕES DE FRETES

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

ANTÔNIO ARTUR DE SOUZA

FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL
DEZEMBRO - 1990

01804377



UM SISTEMA COMPUTACIONAL BASEADO EM TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL APLICADO AO GERENCIAMENTO DE CENTRAIS
DE INFORMAÇÕES DE FRETES

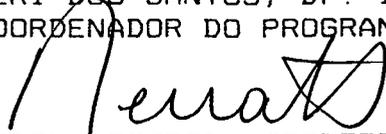
ANTÔNIO ARTUR DE SOUZA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE "MESTRE EM ENGENHARIA"
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA
FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

BANCA EXAMINADORA :



PROF. NERI DOS SANTOS, Dr. Ing.
COORDENADOR DO PROGRAMA



PROF. RENATO ANTONIO RABUSKE, D.Sc.
PRESIDENTE



PROF. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D.



PROF. AMIR MATTAR VALENTE, M. Eng.

À Angelita

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Renato Antonio Rabuske pela eficiente orientação e por toda sua compreensão ao longo desta pesquisa. Agradeço também pela oportunidade de atuar como professor junto ao Departamento de Ciências Estatísticas e da Computação, no qual destacou-se na chefia departamental por sua competência e liderança.

- Ao Prof. Amir Mattar Valente por sua colaboração a esta pesquisa, pela oportunidade de participar de seu grupo de pesquisas sobre Centrais de Informação de Fretes e pelo apoio logístico indispensável ao desenvolvimento deste trabalho, bem como pelo constante apoio pessoal por todo o período em que temos trabalhado juntos.

- Ao Prof. Ricardo Miranda Barcia pelo apoio ao meu trabalho e competente coordenação do Programa de Pós-Graduação durante todo o período em que estive vinculado ao Mestrado em Engenharia de Produção da UFSC.

- Aos amigos José Eduardo Linhares, Marcos César Perepelícia e Ricardo J. Barbato do Amaral pela indispensável colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

- Ao amigo Marcelo Numa pelas sugestões com relação ao texto final desta dissertação.

- A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de informatização das atividades operacionais de um sistema de CIFs (Centrais de Informação de Fretes), postos informativos do mercado de fretes rodoviários. Esta proposta consiste num sistema computacional (software) baseado em técnicas de inteligência artificial (busca heurística e processamento de linguagem natural), chamado SGCIF, desenvolvido não somente com o propósito de gerenciar as atividades das CIFs, mas também de apresentar uma maneira de maximizar o lucro dos transportadores.

O SGCIF possibilita o gerenciamento de um sistema de CIFs de maneira interligada, isto é, todas as CIFs compartilham a mesma bolsa de fretes. Com isto pode haver, em cada CIF o conhecimento de todos os fretes disponíveis em um dado momento. Isto amplia os benefícios aos usuários, uma vez que possibilita a escolha da melhor rota entre dois pontos da malha rodoviária, permitindo, também, uma maximização do lucro do transportador. A determinação desta rota emprega informações heurísticas e o algoritmo A*, que é um algoritmo já consagrado na área de Inteligência Artificial.

ABSTRACT

The present work presents a computerized form to manage the operational activities of a freight information centre system. Such a proposal consists of stands in which information about available freights are provided to carriers. This work is based on a software called SGCIF, developed not only to manage the freight information centre activities, but also to present a way to maximize the profit of freight carriers.

The SGCIF makes the integrative management of a freight information system possible, that is, all centres share the same freight set (file with all the available freights). This enables each centre to know all the available freight at a given time. This increases the benefits for the carriers, since this makes the determination of the best route between two nodes of the network possible, allowing the maximization of the carriers' profit. The route determination is done by means of heuristics and the algorithm A*, which that is a well known algorithm in the artificial intelligence area.

SIGLAS, ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA UTILIZADA

CIF - Central de Informação de Fretes

CIFs - Centrais de Informação de Fretes

SGCIF - Sistema Gerenciador de Centrais de Informação de Fretes

DETER - Departamento Estadual de Transportes e Terminais

GEIPOT - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

EMCATER - Empresa Catarinense de Transportes e Terminais

ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

NDTT - Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico em Transportes

TRC - Transporte Rodoviário de Carga

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1-Generalidades	1
1.2-Objetivo do trabalho	5
1.3-Importância do trabalho	6
1.4-Organização do trabalho	7
1.5-Revisão bibliográfica	9

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS DE UM SISTEMA DE CENTRAIS DE
INFORMAÇÃO DE FRETES

2.1-Introdução	10
2.2-Objetivos	10
2.3-Histórico	12
2.4-Organização do Sistema de CIFs de Santa Catarina	13
2.5-Operação do Sistema de CIFs de Santa Catarina	16
2.5.1-Cadastramento dos Transportadores	16
2.5.2-Atendimento aos Fornecedores	17
2.5.3-Atendimento aos Transportadores	18
2.6-Conclusão	20

CAPÍTULO 3 - AUTOMATIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE CENTRAIS DE
INFORMAÇÃO DE FRETES

3.1-Introdução	21
3.2-Modelagem do Sistema	22
3.2.1-Módulo Interface do Usuário	23
3.2.1.1-Implementação da Interface do Usuário	25
3.2.2-Módulo Supervisor	26
3.2.3-Módulo Cadastro de Transportadores	27

3.2.4-Módulo Cadastro de Fornecedores	29
3.2.5-Módulo Bolsa de Fretes	30
3.2.6-Módulo Fretes Disponíveis	31
3.2.7-Módulo Rede Rodoviária	31
3.2.8-Módulo Rota Ótima	32
3.2.8.1-Characterização do problema	33
3.2.8.2-Uma Proposta de Modelagem do Problema	34
3.2.9-Módulo Avaliação do Sistema	37
3.3-Especificações de Entrada/Saída/Processamento	38
3.3.1-Interface Usuário-Sistema	38
3.3.1.1-Entrada de Dados	38
3.3.1.2-Saídas	39
3.3.2-Módulo Supervisor	40
3.3.2.1-Entrada de Dados	40
3.3.2.2-Saídas	41
3.3.3-Cadastro de Transportadores	41
3.3.3.1-Entrada de Dados	41
3.3.3.2-Saídas	42
3.3.4-Cadastro de Fornecedores	44
3.3.4.1-Entrada de Dados	44
3.3.4.2-Saídas	45
3.3.5-Bolsa de Fretes	46
3.3.5.1-Entrada de Dados	46
3.3.5.2-Saídas	47
3.3.6-Fretes Disponíveis	48
3.3.6.1-Entrada de Dados	48
3.3.6.2-Saídas	49

3.3.7-Rede Rodoviária	49
3.3.7.1-Entrada de Dados	49
3.3.7.2-Saídas	50
3.3.8-Rota ótima	50
3.3.8.1-Entrada de Dados	50
3.3.8.2-Saídas	54
3.3.8.3-Processamento	56
3.3.8.3.1-Processo de Busca - Algoritmo Básico Detalhado	56
3.3.8.3.2-Comentários sobre o Algoritmo	58
3.3.8.3.3-Descrição dos Procedimentos	59
3.3.8.3.4-Regras Associadas ao Processo de Busca	61
3.3.9-Avaliação do Sistema	63
3.4-Operação do SGCIF	63
3.4.1-Interface do Usuário	63
3.4.1.1-Reconhecimento de Comandos	63
3.4.1.2-Inclusão de Novos Sinônimos	64
3.4.1.3-Exclusão de Sinônimos	65
3.4.1.4-Listagem dos Sinônimos	65
3.4.2-Módulo Supervisor	65
3.4.3-Cadastro de Transportadores	66
3.4.3.1-Inclusão de Transportadores	66
3.4.3.2-Exclusão de Transportadores	66
3.4.3.3-Alteração de Transportadores	67
3.4.3.4-Consulta aos Transportadores	67
3.4.3.5-Relatório de Transportadores	68
3.4.3.6-Inclusão de Veículos	68
3.4.3.7-Exclusão de Veículos	68

3.4.3.8-Alteração de Veículos	68
3.4.3.9-Consulta aos Veículos	69
3.4.3.10-Relatório de Veículos	70
3.4.4-Cadastro de Fornecedores	70
3.4.4.1-Inclusão de Fornecedores	70
3.4.4.2-Exclusão de Fornecedores	71
3.4.4.3-Alteração de Fornecedores.....	71
3.4.4.4-Consulta aos Fornecedores	71
3.4.4.5-Relatórios de Fornecedores	72
3.4.4.6-Inclusão, Exclusão, Alteração e Consulta às Cargas	72
3.4.4.7-Relatórios de Cargas	72
3.4.5-Bolsa de Fretes	73
3.4.5.1-Inclusão de Fretes	73
3.4.5.2-Exclusão de Fretes	73
3.4.5.3-Alteração de Fretes	73
3.4.5.4-Consulta aos Fretes	74
3.4.5.5-Relatórios dos Fretes Disponíveis	74
3.4.5.6-Saída para a Interface	74
3.4.6-Fretes Disponíveis	75
3.4.6.1-Relatórios de Fretes Disponíveis	75
3.4.7-Rede Rodoviária	76
3.4.7.1-Inclusão de Nós e de Vizinhos	76
3.4.7.2-Manutenção de Dados	76
3.4.7.3-Relatórios	77
3.4.8-Rota ótima	77
3.4.8.1-Manutenção dos Parâmetros	77
3.4.8.2-Busca da Rota	77

3.4.9-Avaliação do Sistema	78
3.4.9.1-Entrada de Dados	78
3.4.9.2-Saídas	78
CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO EXPERIMENTAL	
4.1-Introdução	79
4.2-Módulo Avaliação do Sistema	79
4.3-Interface do Usuario	80
4.4-Módulo Cadastro de Fornecedores	81
4.5-Módulo Cadastro de Fornecedores	81
4.6-Módulo Bolsa de Fretes	82
4.7-Módulo Fretes Disponíveis	83
4.8-Módulo Malha Rodoviaria	84
4.9-Módulo Malha Rota Otima	85
4.10-Módulo Supervisor	86
4.11-Conclusão	87
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	
5.1-Introdução	88
5.2-Sugestões	88
5.3-Conclusões	89
BIBLIOGRAFIA	91
APÊNDICES	
1-Linguagem Natural em Computador	95
2-Busca heurística em grafos	131
3-Cálculo de distância através das Coordenadas Geográficas ...	151
ANEXOS	
Anexo 1 - Questionários e tabelas de codificação empregados no módulo Avaliação do Sistema	155

Anexo 2 - Saídas do Módulo Avaliação do Sistema	170
Anexo 3 - Dados Sobre a Rede Rodoviária Empregados na Aplicação Experimental do SGCIF	188
3.1-Gráfico de distâncias entre as principais cidades catarinenses	188
3.2-Modelo da Rede Rodoviária do Estado de Santa Catarina	189
Anexo 4 - Especificações dos Caminhões Empregada na Busca de Rotas	191
4.1-Tabela dos Modelos dos Caminhões Brasileiros Classificados por PBT (Peso Bruto Total)	191
4.2-Classificação dos Modelos de Caminhões em Função do Consumo de Combustíveis	195
4.3-Classificação dos Tipos de Cargas	197
4.4-Classificação dos Tipos de Carrocerias	197
Anexo 5 - Consultas Efetuadas à Interface do Usuário	198
Anexo 6 - Relatório dos Transportadores Cadastrados	199
Anexo 7 - Relatório dos Fornecedores Cadastrados	202
Anexo 8 - Formulário de Entrada de Dados para a Bolsa de Fretes	205
Anexo 9 - Relatório dos Possíveis Fretes Disponíveis	207
Anexo 10 - Relatório dos Fretes Disponíveis na Bolsa de Fretes	208
Anexo 11 - Consultas Efetuadas ao Módulo Fretes Disponíveis ..	209
Anexo 12 - Relatórios Gerados pelo Módulo Rede Rodoviária	210
Anexo 13 - Consultas Efetuadas ao Módulo Rota ótima	215
Anexo 14 - Relatórios Gerados pelo Módulo Rota ótima Destinados aos Transportadores	216

Anexo 15 - Rotas Armazenadas pelo Mecanismo de Controle do Módulo Rota ótima	217
Anexo 16 - Representação Gráfica das Rotas Determinadas pelo Módulo Rota ótima	218
Anexo 17 - Relatórios Gerados pelo Módulo Supervisor	222

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1-Generalidades

No Brasil, o transporte rodoviário é o responsável pela maior parte do transporte de cargas, participando em cerca de 60% no consumo total de óleo diesel [22]. Isto evidencia a atenção que o transporte rodoviário de cargas merece quando se trata do controle de gastos de combustíveis.

Objetivando diminuir os gastos de combustíveis no setor de transporte rodoviário de cargas, através da integração entre os transportadores e as empresas fornecedoras, foram criadas as CIFs [1].

O estado do Paraná foi o primeiro a implantar um Sistema de CIFs, seguido por Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Bahia e Rondônia [2].

Um Sistema de CIFs compreende uma cadeia de centrais de atendimento, dispostas estrategicamente ao longo da rede rodoviária. Estas são munidas com equipamentos de comunicação que operam com informações sobre a oferta de fretes, repassando-as aos transportadores. Um Sistema de CIFs tem como objetivos básicos a redução do tráfego de caminhões vazios, a agilização do escoamento dos produtos, o aumento da produtividade no setor de transporte rodoviário de cargas, como também a redução, para o transportador, do tempo de espera para prestar um serviço. [1].

Para o desenvolvimento deste trabalho foi tomado como base para pesquisa o sistema de CIFs de Santa Catarina.

O Sistema de CIFs de Santa Catarina, implantado em 1981, vem operando segundo o que foi proposto quando da sua implantação. Apesar disto, sua participação junto ao mercado de fretes do transporte rodoviário de cargas da região ainda é modesta, apresentando alguns problemas. Um dos problemas é o fato do valor dos fretes, intermediados pelo sistema, estar abaixo do valor de mercado devido ao excesso de demanda dos mesmos [5,12].

Atualmente, a operação das CIFs do Estado é manual, o que limita sobremaneira sua atuação, impossibilitando uma oferta suficiente para atender à demanda de transporte rodoviário de cargas do Estado [20].

Para que se amplie o sistema de CIFs de Santa Catarina, a fim de que esse possa atender à demanda de transporte rodoviário de cargas do Estado, é necessária uma modificação em sua atual operação. Isto porque a operação manual impossibilita a integração entre as centrais.

Para tornar um sistema de CIFs capaz de satisfazer a uma grande demanda, fornecendo, ainda, informações adicionais como as citadas acima, é necessário automatizá-lo. Isto pode ser concretizado através de um sistema similar ao SGCIF, que é um sistema computacional especializado que se propõe a este objetivo.

Ampliar o trabalho das CIFs nas proporções e propósitos apresentados acima, parece ter fácil aceitação por parte dos planejadores de transporte em geral, uma vez que este possibilitaria

um alcance mais eficaz aos objetivos estabelecidos para as CIFs.

O software desenvolvido nessa presente pesquisa, SGCIF, usa técnicas de Inteligência Artificial especialmente em dois aspectos: linguagem natural na interface Usuário-Sistema e busca heurística na determinação de uma boa rota, aliada à busca de um bom frete. Nesta dissertação, é ressaltada a complexidade do problema da determinação da rota, mostrando a modelagem efetuada e a solução através do algoritmo A*, com o uso do critério de maximização do lucro do transportador. A função de mérito, que dá suporte à busca no algoritmo A*, está fortemente baseada nas coordenadas geográficas dos pontos da rede rodoviária.

Com o SGCIF é possível automatizar todas as operações de um sistema de CIFs de maneira interligada, isto é, todas as centrais poderiam estar computacionalmente interligadas através de uma rede de computadores. Esta interligação permitiria a cada central o conhecimento de todos os fretes disponíveis na região de abrangência do sistema.

Dispondo então de uma CIF com sistema computadorizado adequado, resolver, à primeira vista, problemas como a rota que otimiza o lucro do transportador e a rota de retorno parece trivial. Contudo, esta forma de encarar o problema representa o resultado de uma avaliação equivocada, pois estes são, em geral, problemas muito difíceis.

O Brasil, por exemplo, tem em torno de 4.500 sedes municipais que podem constituir os nós de uma rede de transporte para ser utilizada por um sistema de CIFs. Pode alguém achar exagerado colocar o problema nesta ordem de grandeza, mas o problema

pode ter esta magnitude. Dar uma solução ótima a este problema é, na prática, impossível. Pode-se, no entanto, ter ganhos razoáveis e obter soluções muito boas, quiçá ótimas, se aproveitarmos certas informações disponíveis na arquitetura de heurísticas consistentes.

O SGCIF permite que cada central faça a manutenção nos dados da malha rodoviária e da bolsa de fretes, sendo que, uma vez efetuada a manutenção por uma determinada central, todas as demais seriam beneficiadas, uma vez que teriam acesso às informações já atualizadas.

Além disso, o SGCIF possibilita o controle das operações de cada central através de relatórios de atividades fornecidos a uma central controladora do sistema. Com isto seria possível identificar problemas de pessoal e características operacionais da região de cada central.

O desenvolvimento do SGCIF teve como base o Sistema de CIFs de Santa Catarina, no entanto, o trabalho poderá ser aplicado a qualquer Sistema de CIFs, desde que todos possuam características operacionais semelhantes.

A interação do usuário (operador da CIF) com o software é feita através de linguagem natural, o que significa que a comunicação do operador com o computador é estabelecida através de sua linguagem corrente, de forma escrita. Perguntas e respostas são exibidas através de frases, como as que as pessoas falam e escrevem.

Esta interação através de linguagem natural torna o software proposto bastante amigável ao usuário, pois é de fácil

aprendizagem e operação. Isto facilita sobremaneira sua aceitação e, conseqüentemente, sua implantação.

1.2-Objetivo do trabalho

O objetivo geral desta dissertação consiste no desenvolvimento de um sistema computacional que possibilita a automatização das atividades operacionais de um sistema de CIFs. Este, por sua vez, apresenta uma maneira eficaz de elevar o lucro do transportador.

A automatização possibilitada por este sistema computacional (SBCIF) consiste em programas de computador destinados ao tratamento das atividades de cadastramento, manutenção dos cadastros e fornecimento de informações aos transportadores.

Objetivos Específicos:

- Permitir interligação das diversas informações envolvidas na intermediação de fretes, agilizando, com isto, a consecução da referida operação;
- Possibilitar uma elevação do nível de serviço;
- Proporcionar uma operacionalização rápida e eficiente para o sistema, através de uma interface amigável.

1.3-Importância do trabalho

As centrais de informação de fretes apresentam-se como solução para diversos problemas decorrentes do transporte rodoviário de cargas. O principal problema decorre da penetração de um grande número de caminhões nos centros urbanos em busca de cargas. Isto ocasiona um aumento no consumo de combustíveis, que por sua vez leva a um aumento na poluição ambiental, entaves ao tráfego e outros.

A operacionalização atual das CIFs é manual, apresentando, em decorrência disto, incapacidade no atendimento da demanda. Isto ocorre porque a prestação de serviços de informação sobre fretes disponíveis, bem como de manutenção dos cadastros realizados manualmente, dispendem muito tempo. Outro problema decorrente da operação manual é a qualidade das informações, que são incompletas.

Apesar de atualmente fornecerem apenas informações sobre os fretes disponíveis, as CIFs são bem aceitas pelos transportadores [6]. Contudo, conforme resultado parcial de uma pesquisa que vem sendo desenvolvida pelo Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico em Transportes da UFSC [8], mais de 65% dos transportadores gostariam de ter um sistema de CIFs mais abrangente, capaz de fornecer informações adicionais, tais como a rota formada pelos melhores fretes e a rota de retorno, também formada pelos melhores fretes.

Conforme conclusões feitas em [2] e [5], para tornar um Sistema de CIFs mais eficiente, capaz de satisfazer a uma grande

demanda, fornecendo informações como as que os usuário desejam, é imprescindível que seja adotado um método de trabalho automatizado, empregando-se hardware e software adequados.

O sistema computacional SGCIF apresenta-se como de grande importância porque torna possível um aumento circunstancial na agilidade e eficiência nas atividades operacionais das CIFs. A agilização torna-se possível porque o computador é capaz de realizar tarefas de recuperação e apresentação de informações muito mais rapidamente que na forma manual. O ganho na eficiência é explicado em função das novas modalidades de informações que podem ser prestadas pelo SGCIF, o que, comprovadamente é bem aceito pelos transportadores, inclusive aumentando a confiabilidade destes nas CIFs [20].

Finalmente, cabe ressaltar a importância de pesquisas relacionadas ao transporte rodoviário de cargas. Tal importância justifica-se pelo fato desta modalidade de transporte ser responsável por 70% do volume total de cargas transportadas no Brasil [22].

1.4-Organização do trabalho

Esta dissertação apresenta-se dividida em cinco capítulos, descritos a seguir.

O primeiro capítulo compreende a introdução ao trabalho propriamente dito.

No segundo capítulo são apresentados os fundamentos de um sistema de CIFs, compreendendo definição, objetivos, vanta-

gens, histórico, organização e operação do sistema.

A parte central desta dissertação é apresentada no capítulo três, onde, inicialmente, são descritas as especificações e detalhes do protótipo e, a seguir, a implementação e operação.

No quarto capítulo é apresentada uma aplicação experimental do protótipo, seguida por uma análise dos resultados.

No quinto capítulo são apresentadas as conclusões obtidas em decorrência do desenvolvimento e da aplicação experimental, bem como análise da possibilidade de uso deste protótipo em um sistema real. Neste capítulo também são feitas sugestões para novas pesquisas relacionadas com este assunto.

Após o capítulo cinco, são apresentados três apêndices. O primeiro deles apresenta o assunto Linguagem Natural, que foi empregado no desenvolvimento da interface do protótipo. No segundo apêndice é apresentada a fundamentação teórica sobre "Busca Heurística em Grafos", empregada no SGCIF para encontrar a melhor rota entre dois pontos da malha rodoviária. No terceiro apêndice é apresentada a formulação matemática empregada na determinação da distância entre duas cidades através das coordenadas geográficas.

Finalmente são apresentados os diversos anexos citados ao longo do texto.

1.5-Revisão bibliográfica

Este item visa apresentar de forma resumida o resultado da pesquisa bibliográfica efetuada no princípio do desenvolvimento desta dissertação. O que se apresenta neste item restringe-se ao assunto Centrais de Informação de Fretes, já que o resultado da pesquisa bibliográfica sobre os demais assuntos envolvidos nesta dissertação são apresentados quando da exposição dos mesmos e nos apêndices.

A fundamentação teórica a respeito de CIFs foi feita com base no MICERT[14], editado pelo DNER, e no Manual de Implantação das CIFs[1], editado pela EMCATER. No tocante às análises e conclusões efetuadas sobre o sistema, foram tomados como base os Boletins Informativos das CIFs, editados trimestralmente pela EMCATER, bem como resultado das pesquisas efetuadas pelo NDTT e pelo Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas [20].

Com respeito a utilização de recursos computacionais em CIFs, o único trabalho encontrado foi uma dissertação de mestrado [2]. Este trabalho apresenta uma maneira de encontrar a melhor rota entre dois pontos da rede rodoviária em consonância com os fretes disponíveis. Este trabalho apresentou uma metodologia de busca da melhor rota baseada no algoritmo de Floyd e da estratégia incremental, usando variáveis indexadas bidimensionais como estrutura para representação dos dados. A operação do software desenvolvido é em batch, sem possibilidades de utilização direta pelos usuários.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DE UM SISTEMA DE CENTRAIS DE INFORMAÇÃO DE FRETES

2.1-Introdução

Este capítulo apresenta a fundamentação de um Sistema de Centrais de Informação de Fretes, compreendendo objetivos, histórico, organização, operação e viabilidade do sistema.

Com base nesta fundamentação teórica foi especificado o sistema de informações que suporta o SGCIFs.

2.2-Objetivos

Conforme o Manual de Implantação das CIFs [1], os objetivos das CIFs são:

- economizar combustível, evitando que os transportadores trafeguem vazios ou sobrecarregados;
- proporcionar valores de fretes mais justos, através da garantia, aos transportadores, de carga de retorno;
- agilizar o escoamento dos produtos;
- aumentar a produtividade do setor de transporte de cargas;

Conforme o Manual de Implantação das CIFs [1], a implantação das CIFs em SC proporcionaria as seguintes vantagens, quando os objetivos por ele estabelecidos fossem alcançados:

- retirada dos veículos pesados do tráfego urbano;
- redução das viagens de retorno com caminhões vazios, subcarregados ou sobrecarregados;
- redução na demora do transporte de carga por dificuldade na sua obtenção;
- minimização dos danos causados aos pavimentos devido ao tráfego de caminhões sobrecarregados.

Segundo o MICERT [14], os objetivos das CIFs são:

- Criar facilidades operacionais ao transporte rodoviário de cargas e, mais especificamente, prestar serviços ao pessoal, veículos e equipamentos envolvidos no sistema;
- melhorar as condições de trânsito e de utilização do solo urbano;
- oferecer elementos que contribuam para a racionalização operacional e melhor comercialização do transporte no que se refere à consolidação, desconsolidação, distribuição e oferta de veículos e cargas.

A maior vantagem, ou importância, da existência de CIFs, conforme o MICERT [14], é a redução do tráfego de caminhões no perímetro urbano.

2.3-Histórico

As CIFs surgiram da necessidade do controle dos gastos com combustíveis, da incerteza do transportador na obtenção de carga e da dificuldade das empresas em encontrarem transporte para seus produtos. Todos estes fatores fizeram com que muito tempo, dinheiro e principalmente, combustível fossem gastos desnecessariamente [1].

O Estado do Paraná foi o pioneiro na implantação do sistema de CIFs, sendo que atualmente conta com oito centrais. Logo após, o sistema foi implantado em Santa Catarina com um número inicial de cinco centrais. Hoje o sistema dispõe de nove. Quase simultaneamente foi implantado o sistema no Rio Grande do Sul. Além destes estados, tomaram também a iniciativa de implantar o sistema de CIFs os estados da Bahia e Rondônia [2].

A nível nacional encontram-se já implantadas vinte e cinco Centrais de Informações de Fretes e vários outros estados já discutem a possibilidade de implantação do sistema [2].

Em outubro de 1982, realizou-se em Florianópolis o "Iº Encontro de Estudos Sobre CIFs/Região Sul". O objetivo deste encontro foi o de permitir que as coordenações dos Programas de CIFs do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná trocassem informações sobre seus trabalhos e o de fomentar, a partir destas informações, uma uniformização das operações em todas as centrais.

Também em Florianópolis realizou-se, em novembro de 1983, o "IIº Encontro de Estudos Sobre CIFs". Este encontro teve

objetivos bem mais amplos que o anterior, podendo-se citar entre outros:

- Divulgação do programa de CIFs;
- Consolidação do programa como elemento de apoio ao TRC;
- Demonstração dos resultados obtidos pelas CIFs;
- Estudo da influência das CIFs na economia do TRC;
- Discussão do tema "CIFs" pelas classes envolvidas pelo programa: governo, transportadores e fornecedores de cargas;
- Busca de alternativas para a redução dos custos operacionais das CIFs.

Tanto no primeiro como no segundo Encontro de Estudos Sobre CIFs, a importância do programa foi destacada, sendo que a busca de alternativas para redução dos custos operacionais das CIFs se concretizaria no decorrer do tempo, através de subsídios surgidos dos debates.

Pelo exposto, pode-se notar que são diversos os benefícios proporcionados pelo sistema de CIFs, isto sem contar com aqueles de difícil mensuração, como é o caso do benefício social.

2.4-Organização do Sistema de CIFs de Santa Catarina

Conforme o Manual de Implantação das CIFs [1] a forma de organização das CIFs foi estabelecida de maneira a proporcionar um atendimento ágil, eficiente e confiável aos usuários. Cada CIF possui uma estrutura organizacional formada por dois setores,

que são:

- Supervisão;
- Atendimento

A Supervisão tem como atribuições:

- Elaborar e encaminhar o relatório diário e o relatório mensal de atividades ao órgão Gestor do sistema de CIFs;
- Coordenar todas as atividades da CIF, observando o andamento geral do serviço de atendimento;
- Controlar o cadastramento efetuado durante o expediente;
- Assinar qualquer documento emitido pela CIF;
- Acompanhar o preenchimento da bolsa de fretes, denominada bolsa de cargas pelo Manual de Implantação das CIFs [1];
- Permitir que o transportador tenha livre escolha de carga;
- Manter todos os contatos oficiais referentes a sua CIF;
- Encaminhar os pedidos de solicitação de materiais.

O setor de Atendimento subdivide-se em:

- Bolsa de Cargas;
- Cadastramento Geral.

Como atribuições do setor de Atendimento tem-se:

- Estabelecer contatos com os fornecedores de cargas;
- Montar a bolsa de fretes através das informações recebidas dos fornecedores;
- Manter atualizada a bolsa de fretes, através da baixa de cargas já fornecidas e do lançamento dos novos fretes oferecidos;
- Promover o cadastramento de novos usuários;
- Manter atualizados os arquivos de cadastro dos usuários;
- Prestar toda e qualquer informação aos usuários sobre a CIF;

-Preencher o protocolo de carga quando do encaminhamento do transportador ao fornecedor.

Todas as CIFs de Santa Catarina são administradas por um órgão gestor, que atualmente é denominado DETER. No Manual de Implantação de CIFs [1], este órgão é denominado genericamente de Comando Central. Este órgão é responsável pela coordenação dos trabalhos desenvolvidos pelas CIFs, sendo composto por uma Coordenação Geral e por uma Secretaria.

A Coodenação Geral tem as seguintes atribuições:

- Controlar todas as atividades do órgão Gestor, observando o andamento geral dos serviços;
- Supervisionar o desenvolvimento do sistema de CIFs;
- Orientar e colaborar com o trabalho dos encarregados das CIFs;
- Analisar a eficiência do sistema através do relatório de atividades das CIFs;
- Analisar o controle estatístico dos serviços prestados pelas CIFs;
- Analisar os benefícios e os custos das CIFs;
- Elaborar a previsão orçamentária anual das CIFs;
- Enviar às CIFs os materiais solicitados.

São atribuições da secretaria:

- Assessorar a coordenação geral;
- Montar e manter atualizado o arquivo que contém informações dos trabalhos desenvolvidos por cada CIF;
- Montar, a partir dos relatórios mensais enviados pelas CIFs, o relatório de atividades do sistema;
- Proceder controles estatísticos;

- Emitir as orientações da coordenação geral às CIFs;
- Receber os comunicados das CIFs dirigidos ao órgão Gestor;
- Arquivar correspondências enviadas e recebidas.

2.5-Operação do Sistema de CIFs de Santa Catarina

A atual operação do sistema de CIFs de Santa Catarina é composta por 3 atividades básicas, que são: Cadastro de Transportadores, Atendimento aos Fornecedores e Atendimento aos Transportadores. A seguir são apresentadas as descrições destas atividades conforme o Manual de Implantação das CIFs [1].

2.5.1-Cadastramento de Transportadores

Para que o transportador se utilize das CIFs, é necessário que o mesmo proceda o cadastramento pessoalmente em uma das centrais existentes.

Caso o transportador seja autônomo, lhe são exigidos os seguintes documentos:

- Carteira de identidade;
- CPF;
- Certificado do veículo;
- Registro no DNER.

No caso de empresas transportadoras, o cadastro deve ser feito por um elemento responsável pela empresa, e são exigidos os seguintes documentos:

- Registro na Junta Comercial (Razão Social);

- CGC;
- Certificado de cada veículo;
- Registro no DNER, com o número de ordem de cada veículo.

Feito o cadastramento, a CIF entregará ao transportador o seu cartão de identificação.

2.5.2-Atendimento aos Fornecedores

O atendimento aos fornecedores pode ser feito de duas formas diferentes, que são as seguintes:

a) O fornecedor entra em contato com a CIF, oferecendo a carga.

Neste caso os funcionários da CIF devem seguir os seguintes passos para completar a operação:

- o setor de atendimento atende o fornecedor;
- verifica se o mesmo é cadastrado;
- se o mesmo ainda não for cadastrado, solicita que o faça;
- o setor de atendimento registra a carga oferecida na bolsa de cargas, observando:
 - origem do carga;
 - destino do carga;
 - espécie da carga;
 - tipo de carga;
 - quantidade;
 - preço médio do frete;
- solicita informações adicionais, tais como:

- número de descargas a serem efetuadas no destino;
- condições de pagamento do frete;

b) A CIF entra em contato com o fornecedor cadastrado, solicitando carga. Para este caso, os passos a serem seguidos são os seguintes:

- caso o fornecedor confirme disponibilidade de carga, o setor de atendimento registra a mesma na bolsa de cargas, conforme o disposto no item 1.

2.5.3-Atendimento aos Transportadores

Para o atendimento aos transportadores, são apresentadas, também, duas formas, que são:

a) Contato direto. Ocorre quando um transportador se dirige a uma CIF e solicita informações sobre os fretes disponíveis. A sequência de passos a ser seguida pelos funcionários, neste caso, é a seguinte:

- verificar se o mesmo é ou não cadastrado;
- o setor de atendimento verifica a existência e oferece ao transportador a bolsa de cargas;
- caso o transportador se interesse por alguma das cargas, o setor de atendimento verifica o seu cadastramento;
- caso o mesmo não seja cadastrado, solicita que forneça os dados para o preenchimento da ficha cadastral;
- o setor de atendimento confirma a carga com o fornecedor, informando ao mesmo, as características do

transportador;

- o setor de atendimento preenche o protocolo de carga, entregando 2 (duas) vias do mesmo ao transportador, instruindo-o de que uma das vias deverá ser entregue ao fornecedor da carga;
- o setor de atendimento dá baixa na bolsa de cargas como protocolo direto.

b) Contato indireto. Esta forma de atendimento ocorre quando um transportador solicita informações sobre os fretes disponíveis através de um telefone ou telex. Quando isto ocorrer, os passos a serem seguidos pelos funcionários são os seguintes:

- verificar se o mesmo é ou não cadastrado;
- caso o mesmo não seja cadastrado, solicitar que o faça pessoalmente, para que a partir de então possa pleitear carga;
- o setor de atendimento solicita que o transportador faça novo contato dentro de 20 (vinte) minutos;
- o setor de atendimento verifica e informa, dentre as cargas da bolsa, aquelas que possam interessar ao seu transportador;
- caso haja interesse por parte do transportador, o setor de atendimento solicita o número de seu cadastro;
- o setor de atendimento confirma a carga com o fornecedor, dando ao mesmo os dados do veículo do transportador que irá apanhar a carga;

- o setor de atendimento confirma a disponibilidade de carga com o transportador, encaminhando-o ao fornecedor;
- o setor de atendimento dá baixa da carga na bolsa como protocolo indireto.

2.6-Conclusão

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos básicos de um sistema de CIFs, sendo que, em termos de organização e operação, baseou-se exclusivamente no sistema de CIFs de Santa Catarina. Devido às semelhanças entre os sistemas de CIFs existentes no Brasil, toda a fundamentação aqui apresentada pode ser considerada aplicável a qualquer sistema.

As rotinas de atendimento apresentadas neste capítulo foram consideradas para o desenvolvimento do software proposto, SGCIF, em termos da forma de operação e comunicação do mesmo. Isto significa que a modelagem do software, bem como a interface de comunicação foram baseadas nas rotinas de atendimento descritas.

Após este capítulo será possível compreender o restante do trabalho, uma vez que muitas referências serão feitas, além do vocabulário que será empregado.

CAPÍTULO 3

AUTOMATIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE CENTRAIS DE INFORMAÇÃO DE FRETES

3.1-Introdução

Este capítulo apresenta o sistema computacional SGCIF, que compreende a parte central da proposta de automatização de um Sistema de Centrais de Informação de Fretes, objetivo geral desta dissertação.

A apresentação do SGCIF é feita em três etapas: Modelagem do Sistema, Especificações de Entrada/Saída/Processamento e Descrição da Forma de Operação.

O primeiro item, Modelagem do Sistema, corresponde a uma descrição do software em termos das operações que este é capaz de executar, bem como em termos da forma de comunicação usuário-software.

O item Especificações de Entrada/Saída/Processamento apresenta a modelagem em diagramas do SGCIF, bem como a especificação dos arquivos, lay-out dos relatórios e descrição da implementação.

Por último é apresentada a descrição da forma de operação, ou seja, uma explanação dos procedimentos do usuário que venha a utilizar o SGCIF.

3.2-Modelagem do Sistema

O SGCIF (Sistema Gerenciador de Centrais Informação de Fretes) está estruturado em dez módulos, que são os seguintes: Interface do Usuário, Ajuda, Supervisor, Cadastro de Usuários, Cadastro de Fornecedores, Bolsa de Fretes, Apresentação de Fretes Disponíveis, Rede Rodoviária, Rota ótima e Avaliação do Sistema

O SGCIF tem configuração clássica de um sistema de suporte à decisão, a saber: tem uma componente diálogo, uma componente modelo e uma componente dados. Na implementação houve a preocupação de centralizar o acesso ao sistema isentando o usuário de conhecimentos sobre a modularização que suporta o sistema. Isto é possível devido à interface em linguagem natural incorporada ao sistema, que tem implícito um chaveamento para os diversos módulos e entre estes módulos.

Individualmente cada módulo teve um tratamento específico em termos de implementação, sendo escolhidas para isto as ferramentas disponíveis, julgadas mais adequadas a cada caso. Assim sendo, os módulos Interface do Usuário e Ajuda foram implementados em Turbo Prolog (Borland); os módulos Supervisor, Cadastro de Usuários, Cadastro de Fornecedores, Bolsa de Fretes, Apresentação de Fretes Disponíveis, Rede Rodoviária e Rota ótima foram implementados em Turbo Pascal (Borland); finalmente o módulo Avaliação do Sistema foi implementado em Clipper (Nantucket).

Cada um dos módulos é descrito nos itens a seguir, com exceção do módulo Ajuda, que é descrito juntamente com o módulo Interface do Usuário.

3.2.1-Módulo Interface do Usuário

Este módulo compreende uma interface de comunicação entre o sistema (SGCIF) e o usuário (operador da CIF). Através desta interface o usuário tem a liberdade de se comunicar com o sistema de uma forma flexível, sem grandes restrições.

As frases que podem ser usadas devem conter palavras-chave que exprimirão o significado da mesma. Frases típicas são:

- > desejo incluir novos fretes
- > procure a melhor rota com origem O e destino D
- > liste os fretes disponíveis para o destino D

A implementação da interface de comunicação está baseada na técnica de eliminação de ruídos [11], descrita no apêndice 1. Segundo esta técnica, as sentenças utilizadas devem conter palavras-chave, as quais permitem que a interface reconheça a ação que o usuário deseja executar no SGCIF.

Na primeira sentença "incluir" e "fretes" são, por exemplo, palavras-chave. Na segunda temos "rota", "origem O" e "destino D". Da mesma forma, na terceira temos "liste", "fretes" e "destino".

A palavra-chave, devido à sua importância, é amparada por declarações de sinônimos constantes da interface ou incorporados pelo usuário. A interface mantém um dicionário de palavras-chave e seus respectivos sinônimos, facilitando seu reconhecimento e manipulação.

O primeiro passo dado pela interface quando da efetivação de uma consulta do usuário é uma análise sintática da senten-

ça, o que é feito por um analisador sintático. Este analisador procura extrair um significado da sentença em conformidade com o dicionário. Quando nenhum significado é detectado pelo analisador, este comunica ao usuário de que foi incapaz de entender a consulta, apresentando as palavras desconhecidas e solicitando a entrada de sinônimos ou a forma correta das mesmas. Portanto, sob o ponto de vista do usuário, podem ocorrer dois tipos de entraves no entendimento da sentença: o primeiro decorre da não existência de uma ou mais palavras no dicionário, e o segundo em decorrência de erro na digitação (erro ortográfico). Para o analisador estes dois possíveis erros são detectados igualmente, pois decorrem do não reconhecimento de palavras.

Um sistema de ajuda (módulo Ajuda) está agragado a esta interface, o qual pode funcionar de duas maneiras diferentes: pode estar ativo permanentemente ou apenas quando solicitado. Quando está ativo permanentemente (este é o estado default), o sistema fornece ao usuário as possíveis ações para cada estágio da operação. O sistema procura reconhecer nas ações do usuário os planos possíveis, interferindo no sentido de informar o que pode ser feito a partir daquele estágio, ou informando erros cometidos. Na segunda modalidade de uso do sistema de ajuda o usuário pode, a qualquer instante da operação, solicitá-lo para apoio à obtenção de um resultado ou para sanar dúvidas sobre sua utilização.

Além da ajuda referente às operações do sistema, o usuário poderá saber como utilizar o sistema, bem como receber informações a respeito dos conceitos relativos ao sistema de

CIFs, e saber quais os sinônimos das palavras-chave do sistema. Como exemplo das diversas possibilidades de questionamento temos:

- ajude-me
- o que fazer agora ?
- o que posso obter do sistema ?
- o que posso fazer para obter um frete ?

3.2.1.1-Implementação da Interface do Usuário

A implementação da linguagem natural requer a definição de uma gramática que contenha um conjunto de regras (lógica gramatical) que possibilite o entendimento da sentença. A definição de qual lógica gramatical deve ser levada em consideração depende das características operacionais e ambientais do software [23]. No caso do SGCIF a comunicação necessária pode ser representada por um modelo bem restrito, uma vez que o conjunto de inferências possíveis não é muito grande.

A utilização de programação em lógica (Prolog) facilita a implementação da lógica gramatical, que por sua vez fundamenta a linguagem natural. As facilidades de implementação variam conforme o PROLOG utilizado. Neste trabalho optamos pelo TURBO PROLOG, pela simples razão de ser o único que dispunhamos.

A implementação em TURBO PROLOG da lógica gramatical é feita, em termos gerais, pela definição de bases de dados e cláusulas. As bases de dados armazenam o dicionário de vocábulos reconhecíveis pelo sistema, e as cláusulas armazenam as regras gramaticais.

As palavras reconhecíveis pelo sistema são declaradas como tais através de fatos. Os sinônimos são declarados individualmente através de fatos e reconhecidos através de fatos ou regras.

A frase entra sob a forma de uma lista, sendo usada a técnica de listas de diferenças para análise sintática e semântica. O sistema possui um mapeamento que estabelece a relação entre as consultas e as respostas cabíveis por parte do sistema.

Os módulos são acionados pela interface usuário-sistema através do predicado "system" do PROLOG, que produz uma ação semelhante à execução de subprogramas na maioria das linguagens convencionais.

A interface oferece a possibilidade de comunicação usuário-sistema também através de menus, para o caso de usuários conhecedores desta modalidade de comunicação, ou que já estejam bastante acostumados com as operações permitidas no SGCIF.

Na comunicação usuário-sistema através de menus, o usuário visualiza o SGCIF dividido em módulos. Para cada módulo um novo menu é apresentado, com exceção do rota ótima.

3.2.2-Módulo Supervisor

Este módulo objetiva servir especificamente como ferramenta de apoio à decisão. Ele pode ser definido como o sistema de controle das operações do SGCIF, sendo composto basicamente por rotinas que tratam das seguintes atividades:

- Emissão de relatórios periódicos das atividades;

- Geração de tabelas representativas das medidas de desempenho, que se destinam à análise da eficiência de cada central.

O Módulo Supervisor foi projetado para ser de acesso exclusivo do órgão gestor de um Sistema de CIFs, pois o mesmo permite o controle e registro de todas as operações efetuadas através do SGCIF. Este módulo apresenta esta característica de forma simples, através de uma senha de acesso especial.

Seu funcionamento é simples. No transcorrer das operações efetuadas pelo SGCIF são efetuados registros em arquivos específicos, que são utilizados para compor os relatórios e tabelas.

3.2.3-Módulo Cadastro de Transportadores

Este módulo é composto por rotinas de manutenção (inclusão, alteração e exclusão de registros), de consulta e de emissão de relatórios do cadastro dos transportadores e dos respectivos caminhões.

A existência destes cadastros se deve ao fato de que, para cada frete repassado deve ser informado ao fornecedor do mesmo os dados do transportador, como forma de segurança da operação. Estes cadastros são também utilizados pelo SGCIF quando da busca de informações, pois utilizam os dados do transportador e do respectivo caminhão para localizar os fretes adequados.

Para cada transportador está associado um ou mais veículos (caminhões) através de um código que relaciona o cadastro dos transportadores com um arquivo que contém os registros dos

veículos (arquivo veículo-transportador). Para cada veículo registrado tem-se os seguintes dados: certificado do veículo (número do documento), registro no DNER (número), placa (número) e um código que, por sua vez, relaciona cada veículo com as respectivas especificações técnicas.

Para o registro do(s) caminhão(ões) de cada transportador é feito uso do cadastro de veículos, através do código que relaciona cada caminhão de cada transportador (arquivo veículo-transportador) a uma relação de especificações técnicas, que são aqui consideradas como sendo: modelo, marca, tara, PBT (peso bruto total), PBT com 3º eixo, consumo, tipo de carroceria, etc.

Para que isto seja possível, foi agregado ao módulo cadastro de transportadores um cadastro de veículos, que representa o cadastro dos caminhões existentes no Brasil (anexo 3). Neste cadastro, para cada caminhão existente são registrados os seguintes dados: modelo, marca, tara, carga (capacidade), pbt (peso bruto total) e pbt com 3º eixo. Além destes dados, cada item (modelo de caminhão) está associado a uma classificação em termos de consumo de combustível (anexo 4), através de um código específico. Essa informação sobre consumo é utilizada pelo módulo Rota ótima para determinar o custo aproximado de uma viagem.

Este cadastro de veículos apresenta rotinas de inclusão, alteração, exclusão e consulta, bem como a possibilidade de emissão de relatórios.

3.2.4-Módulo Cadastro de Fornecedores

Análogo ao anterior, este módulo apresenta rotinas de manutenção, consulta e emissão de relatórios do cadastro dos fornecedores, o qual é utilizado para a montagem e manutenção da bolsa de fretes.

Para cada transportador são registradas as informações referentes à identificação do mesmo (descritas no item 3.3.4) e sobre as cargas que contrata ou repassa às CIFs. Caso o fornecedor seja uma indústria, este contrata o transporte de suas cargas através das CIFs. Sendo o fornecedor uma empresa transportadora, este repassa cargas já contratadas para que as CIFs providenciem transporte. Isto ocorre quando as transportadoras assumem contratos que extrapolam suas capacidades.

A montagem da bolsa de fretes é feita inicialmente com as informações recebidas dos fornecedores e, na hipótese do atraso do envio de tais informações pelos mesmos, o SGCIF emite uma listagem dos fornecedores que devem ser conectados pelo operador da CIF. Esta listagem é emitida através de rotina específica no Módulo Bolsa de Fretes. As informações sobre os fretes disponíveis recebidos ou solicitados aos fornecedores são tratadas também no Módulo Fretes Disponíveis.

É importante para um Sistema de CIFs que este cadastro apresente o maior número possível de registros, pois disto depende o volume de fretes disponíveis. (ver item 3.2.5).

3.2.5-Módulo Bolsa de Fretes

Este módulo comporta rotinas que permitem a montagem da bolsa de fretes a partir dos dados recebidos dos fornecedores cadastrados. A bolsa de fretes (arquivo de dados) armazena dados sobre as cargas disponíveis para o transporte rodoviário. Estes dados compreendem o valor do frete, o tipo da carga, cidade origem, cidade destino, peso, volume, prazo de entrega e tempo requerido para carga e para a descarga.

Para o registro das cargas é utilizado um formulário de entrada de dados ("Formulário para cadastramento na Bolsa de Fretes", ver item 3.3.5), que é emitido através deste mesmo módulo.

Os dados de entrada para este módulo têm origem nos fornecedores de cargas cadastrados no Módulo cadastro de Fornecedores. Cada fornecedor cadastrado está associado a um ou mais tipos de cargas, sendo que para cada um, dentre os diversos dados registrados (item 3.3.5), tem-se a periodicidade do fornecimento da carga. Com base nesta informação, este módulo apresenta uma rotina que permite a emissão de um relatório contendo os fretes potencialmente disponíveis para cada fornecedor. É importante que isto seja feito para evitar que, devido a não informação por parte do fornecedor, uma carga não seja registrada como disponível para transporte.

Devido à íntima relação entre este módulo e o Módulo Fretes disponíveis, é possível a partir deste executar a rotina que permite a apresentação dos fretes disponíveis (ver item 2.3.4).

3.2.6-Módulo Fretes Disponíveis

O serviço que atualmente é prestado pelas CIFs, que é a apresentação dos fretes disponíveis para um destino desejado é mantido pelo SGCIF e apresentado neste módulo. Algumas vantagens são aqui acrescentadas, tais como a possibilidade do SGCIF selecionar automaticamente os fretes em função do cadastro do transportador (tipo de veículo, capacidade de carga, etc.) e de outras restrições colocadas por este quando da solicitação do serviço, como: tipo de carga que deseja transportar, cidade destino, etc.

A operação deste módulo está baseada nos dados armazenados no Módulo Bolsa de Fretes.

3.2.7-Módulo Rede Rodoviária

Através deste módulo é possível a representação da rede rodoviária na qual o sistema de CIFs está implantado, bem como sua manutenção.

Para possibilitar a representação e manutenção da rede, este módulo comporta rotinas de inclusão, alteração exclusão e consulta.

A representação da rede é feita da seguinte forma: para cada nó estão associados seus atributos e vizinhos, sendo que para cada um destes vizinhos estão associados atributos que sustentam sua ligação com o nó. Como atributos do nó têm-se código, descrição (nome da cidade) e seu porte (fator representativo da importância da cidade). Para cada vizinho de um nó tem-se a dis-

tância, condições topográficas, condições da pavimentação, posição geográfica (latitude e longitude), etc.

3.2.8-Módulo Rota ótima

Através do módulo "Rota ótima", o SGCIF pode determinar a rota que maximiza o lucro do transportador. Esta operação utiliza como dados de entrada o cadastro do usuário, a bolsa de fretes, a rede rodoviária e as restrições do transportador para esta rota, que, por sua vez, podem ser:

- origem;
- destino;
- cidade ou cidades a se evitar no percurso;
- tempo máximo de viagem;
- tipo de frete que quer transportar.

O processo utilizado no SGCIF para a obtenção da rota ótima emprega busca heurística em grafos. Esta modalidade de busca acelera a obtenção da rota ótima, pois direciona a busca na direção da cidade destino. Isto é possível devido à posição geográfica da cidade, que é acrescentada aos demais dados da rede rodoviária.

3.2.8.1-Caracterização do Problema.

O problema do transporte rodoviário de cargas está na existência de caminhões circulando, recebendo e entregando cargas, num processo contínuo sem uma sistematização efetiva das in-

formações concernentes à oferta de cargas e disponibilidade de caminhões. Assim, em determinado instante, o transportador está em um nó "O" da rede rodoviária (Origem), e efetua uma consulta à CIF para receber suporte informativo. A CIF efetua uma varredura em sua base de informações, obtendo uma lista de cidades com fretes (F_1, F_2, \dots, F_n), com seus respectivos destinos (D_1, D_2, \dots, D_n), espalhados nos mais diversos pontos da rede. Como escolher o melhor ou os melhores fretes? Qual a melhor rota a ser cumprida? Se o caminhão pode levar mais de um frete por vez, como o computador traçaria o roteiro a ser seguido? A única forma de se garantir a otimização deste roteiro, dentro da existente limitação de dados, seria analisar todas as alternativas possíveis.

Assim, partindo de "O", o método de busca analisa a possibilidade de buscar cargas em cada um dos D_i 's, e também avalia o custo deste transporte. Em cada D_i visitado, é considerada a possibilidade de se visitar todos os outros D_i 's para completar a carga e sondar a alternativa de se dirigir aos pontos de entrega, caso o sistema se convença de que a solução encontrada é a melhor. Este é um problema semelhante ao do caixeiro viajante. Numa análise de complexidade, considerando o pior caso como critério, nos defrontamos com um Problema Não Polinomial.

Mesmo tendo à disposição modernos computadores, em casos excepcionais (mas imprevisíveis), a solução de problemas razoavelmente pequenos pode exigir um tempo computacional intolerável. Conforme é relatado em [9], um micro-computador, usando o método da força bruta, levaria mais de dois anos para gerar todos os caminhos possíveis que ligam vinte cidades entre si, quando de

cada cidade se puder ir diretamente para qualquer outra! E este valor é ainda bastante subestimado considerando a tecnologia de microcomputadores.

Uma consulta a uma CIF pode se tornar impraticável caso esta exija dos usuários muito tempo de espera. Dependendo das circunstâncias, os tempos de resposta são tolerados apenas quando envolvem segundos ou mesmo frações de segundos. Em função disto faz-se necessário um método de busca extremamente rápido e consequentemente eficaz. Este deve não apenas buscar a rota ótima, mas sim, rotas viáveis conseguidas com o emprego de heurísticas.

3.2.8.2-Uma Proposta de Modelagem do Problema

Imaginemos que um transportador que se encontra na cidade "O" quer se dirigir para a direção da cidade "D". A rede rodoviária, normalmente muito grande, pode ser delimitada para efeito de busca pelas características do caminhão do transportador e, também, pela existência ou não de fretes em potencial associados aos nós da rede (cada frete está associado a um nó origem e um nó destino). Com relação à delimitação feita pelas características do caminhão, esta se dá pelo fato deste trafegar apenas em arestas e nós que lhe oferecem condições adequadas. A outra delimitação ocorre porque apenas uma parte das arestas possui fretes associados, e destes, apenas alguns são passíveis de transporte pelo caminhão em questão. Enfim, podemos extrair uma sub-rede correspondente, o que em geral reduz significativamente a região de domínio do problema.

Além da criação da sub-rede, a aplicação do algoritmo de busca pressupõe o equacionamento do possível problema com a origem. Este problema em potencial consiste na possível não disponibilidade de fretes a partir de "O", ou seja, da cidade onde o transportador se encontra. O passo inicial para a solução deste problema é a verificação da disposição do transportador em percorrer certa distância para iniciar sua rota. Esta distância, por exemplo, pode ser delimitada por uma elipse, cujo eixo principal está sobre a reta que passa por "O" e "D". Como é natural que o transportador aceite ir um pouco mais longe em busca de um frete quando, ao mesmo tempo, está indo na direção do destino "D", então o centro da elipse pode ser deslocado um tanto de "O". A busca do frete é feita, portanto, a partir das cidades compreendidas na elipse, procurando maximizar o lucro enquanto o transportador se desloca para a direção de "D". Os parâmetros da elipse são, a princípio, inferidos de perguntas feitas ao transportador. Como valor "default" é assumido uma fração da distância "O-D". Foi estabelecido que $1/10$ desta distância total do frete é uma medida razoável para o raio menor. Quando "D" não for fixado, ou seja, quando o transportador não possuir um destino pretendido, a circunferência com centro em "O" é adotada como região de delimitação da origem da rota viável a ser encontrada.

Traçar, com o auxílio do computador, a melhor rota entre "O" e "D" exige que sejam comparadas entre si todas as rotas possíveis. É fácil imaginar que o número de rotas pode ser muito grande, pois rotas que o humano provavelmente nem abordaria, o

computador vai considerar como candidatas, até que consiga acumular informações para descartá-las ou, então, aceitá-las.

Para reduzir o número de rotas, propõe-se uma heurística com base nas coordenadas geográficas (latitude e longitude) dos nós da rede de transporte, bem como nas informações adicionais como altitude e distância entre nós. Como idéia básica de solução foi usado o algoritmo A*.

O algoritmo A*, adaptado ao objetivo de maximização do lucro do transportador, que é conveniente para o presente trabalho, usa a função de mérito $f' = g' + Rh'$ da seguinte forma: g' é a estimativa do maior lucro desde a origem até os nós já atingidos pela análise. Este valor é obtido pelo somatório dos lucros entre os nós da rede, compreendidos pela parte da rota já analisada. A determinação do h' passa pela determinação de uma estimativa de distância do ponto em análise até o objetivo "D", utilizando a latitude e longitude. Com auxílio da geometria euclidiana este valor é facilmente obtido. Em seguida é determinado o lucro analogamente a g' .

R é um fator de controle, introduzido para controlar o crescimento da expansão da árvore de soluções, que permite dirigir a busca mais para profundidade ou para largura, conforme desejado. Se R tende para zero, dentro do intervalo zero-um, a árvore de busca tenderá a representar uma busca em largura. Se, ao contrário, R for maior que um, a árvore de busca tenderá a estreitar-se, sendo que para valores muito maiores que um, a busca se caracteriza uma busca em profundidade.

O fator R permite então calcular respostas mais ou menos otimizadas, conforme se o tempo disponível for maior ou menor.

3.2.9-Módulo Avaliação do Sistema

Este módulo compreende a atividade de avaliação do desempenho de um Sistema de CIFs através da tabulação de questionários aplicados junto aos transportadores e fornecedores cadastrados nas CIFs, bem como junto aos operadores das mesmas.

Os questionários que fundamentam a operação deste módulo foram desenvolvidos pelos pesquisadores que integram o grupo de pesquisa sobre CIFs, que estão sob a coordenação do Prof. Amir Mattar Valente, são eles: A. Artur, Regio, Tânia e Heitor. Com relação aos questionários, coube especificamente à presente pesquisa a elaboração dos lay-outs, especificação da forma de preenchimento e desenvolvimento das tabelas de codificação, conforme apresentado no anexo 1.

Uma vez que os questionários estejam respondidos e codificados, conforme a tabela de codificação, procede-se com a entrada de dados. Após a digitação dos dados pode-se emitir os resultados, que correspondem aos relatórios de tabulação, descritos no anexo 1. Pode-se, também, emitir relatórios destinados à crítica da entrada de dados.

3.3-Especificações de Entrada/Saída/Processamento

Neste item são apresentados, esquematicamente, os dados de entrada e as saídas de cada módulo, bem como o processamento do módulo Rota ótima. Com isso é possível visualizar as variáveis envolvidas em cada operação.

3.3.1-Interface do Usuário

3.3.1.1-Entrada de Dados

Este módulo apresenta características próprias, em função de sua natureza de interface. Assim sendo, dos dados apresentados abaixo, todos, com exceção de COMANDO, correspondem à 'base de conhecimentos' da interface. Esta apresenta-se em cinco arquivos com os seguintes conteúdos : palavras a desconsiderar, operandos, entidades, sinônimos de operandos e sinônimos de entidades. Estes arquivos estão estruturados como sentenças de Horn.

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
PALAVRA	Entidade ou operando	Caracter	variável	Dicionário
DESCONS	Lista de palavras a serem desconsideradas	Lista de PALAVRA	variável	Arq. Desconsid
ENTIDAD	Lista de entidades da interface	Lista de PALAVRA	variável	Arq. Entidades
OPERAND	Lista de operandos da interface	Lista de PALAVRA	variável	Arq. Operandos
SINENT	Lista de sinônimos das entidades da interface	Lista de PALAVRA	variável	Arq. SinEntidad
SINOPER	Lista de sinônimos	Lista de	variável	Arq. SinOperand

	mos dos operan-	PALAVRA		
	dos da interface			
SENHA	Palavra-chave pa	Caracter	variável	Arquivo Senha
	ra ativação do			
	módulo			
COMANDO	Frase que contém	Lista de	variável	Via Teclado
	os comandos do	PALAVRA		
	usuário			

3.3.1.2-Saídas

As saídas desta interface são feitas em duas modalidades. A primeira diz respeito ao usuário, e se dá através das rotinas de consulta e de manutenção dos sinônimos, bem como do sistema de ajuda (descrição simplificada da operação da interface).

A segunda modalidade diz respeito às saídas da interface que acionam as operações do SGCIF, ou seja, são entradas para os demais módulos do mesmo.

a) Saídas para o usuário :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
LISTENT	Lista das entidades conhecidas	Lista de PALAVRA	variável	Próprio Módulo
LISTOPER	Lista dos operadores conhecidos	Lista de PALAVRA	variável	Próprio Módulo
LISTSIN	Lista dos sinônimos reconhecidos	Lista de PALAVRA	variável	Próprio Módulo
AJUDA	Texto explicativo da operação da interface	Texto	variável	Próprio Módulo

b) Saídas para o sistema :

O módulo apresenta como saída principal o acionamento dos demais módulos que compõem o SGCIF. Este acionamento se dá diretamente, através de comandos do usuário (consultas), através do predicado "system" do PROLOG. Isto é possível porque cada módulo do SGCIF está implementado separadamente.

3.3.2-Módulo Supervisor

3.3.2.1-Entrada de Dados

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
TOTFRET	Número total de fretes na bolsa	Numérico	4	Bolsa Fretes
FRCADAST	Número de fretes cadastrados no período	Numérico	4	Arquivo Específico
TOTTRANS	Número total de transportadores cadastrados	Numérico	4	Cadastro Transportadores
TRCADAST	Número de transportadores cadastrados no período	Numérico	4	Arquivo Específico
TOTFORN	Número total de fornecedores cadastrados	Numérico	4	Cadastro Fornecedores
FORNCAD	Número de fornecedores cadastrados no período	Numérico	4	Arquivo Específico
PERÍODO	Período de abrangência para o relatório/tabela: data inicial, data final	Caracter	16	Via Teclado

3.3.2.2-Saídas

- a) Relatório periódico das atividades : este relatório contém os dados referentes às atividades dos módulos durante um período. O lay-out deste relatório pode ser visualizado no anexo 17.
- b) Geração de tabelas de desempenho : são destinadas à análise de desempenho das centrais, contendo os dados globais referentes a cada central. Assim como para o relatório, pode-se visualizar o lay-out destas tabelas no anexo 17.

3.3.3-Cadastro de Transportadores

3.3.3.1-Entrada de Dados

Para as operações de Alteração, Exclusão e Consulta a "Origem" dos dados, com exceção do "CODTRAN" é dos arquivos do próprio módulo. A seguir é considerada a operação de inclusão.

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CODTRAN	Código do transportador	Caracter	4	Via Teclado
NRAZTRAN	Nome/raz. social do transportador	Caracter	40	Via Teclado
CPFCGCTR	CPF/CGC do transportador	Caracter	15	Via Teclado
CIFONETR	C.I. e telefone do transportador	Caracter	15	Via Teclado
ENDER1TR	Rua, nº, bairro do transportador	Caracter	40	Via Teclado
ENDER2TR	Cidade e estado do transportador	Caracter	40	Via Teclado
CEPTRAN	CEP-transport.	Numérico	6	Via Teclado

FONETRAN	Telefone principal do transportador	Numérico	15	Via Teclado
NUMVEIC	Número de veículos do transportador	Numérico	3	Via Teclado
TIPTRAN	Transportador de cargas. Composto de CODTRAN, NRAZTRAN, CPFCGCTR, CIFONETR, ENDER1TR, ENDER2TR, CEPTRAN, FONETRAN e NUMVEIC	Registro	178	Via Teclado
CERTIF	Certificado do veículo	Numérico	15	Via Teclado
REGDNER	Registro no DNER	Numérico	15	Via Teclado
PLACA	Placa do veículo	Caracter	7	Via Teclado
CODIGO	Código do veíc.	Caracter	3	Via Teclado
CARROC	Tipo de carroc.	Numérico	2	Via Teclado
CARGA	Capacid. carga	Numérico	5	Cadastro Veíc.
VOLUME	Volume transportável	Numérico	2	Cadastro Veíc.
VEICULO	Tipo do veículo, contém CODIGO, CARROC, CARGA e VOLUME	Caracter	1E	Cadastro Veículos/Via Teclado
TIPVEIC	Dados do veículo. Contém CERTIF, REGDNER, PLACA e VEÍCULO	Registro	49	Cadastro Veíc.

3.3.3.2-Saídas

a) Saída para o sistema :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CODTRAN	Código do transportador	Caracter	4	Via Teclado
NRAZTRAN	Nome/Raz. social	Caracter	40	Cadastro Transp.
CPFCGCTR	CPF/CGC do transportador	Caracter	15	Cadastro Transp.
CIFONETR	C.I. e telefone do transportador	Caracter	15	Cadastro Transp.
ENDER1TR	Rua, nº, bairro do transportador	Caracter	40	Cadastro Transp.

ENDER2TR	Cidade e estado do transportador	Caracter	40	Cadastro Transp.
CEPTRAN	CEP do transportador	Numérico	6	Cadastro Transp.
FONETRAN	Telefone principal do transportador	Numérico	15	Cadastro Transp.
NUMVEIC	Número de veículos do transportador	Numérico	3	Cadastro Transp.
TIPTRAN	Transportador de cargas. Composto de CODTRAN, NRAZTRAN, CPFCGCTR, CIFONETR, ENDER1TR, ENDER2TR, CEPTRAN, FONETRAN e NUMVEIC	Registro	178	Cadastro Transp.
CERTIF	Certificado do veículo	Numérico	15	Cadastro Veic.
REGDNER	Registro no DNER	Numérico	15	Cadastro Veic.
PLACA	Placa do veículo	Caracter	7	Cadastro Veic.
CODIGO	Código do veíc.	Caracter	3	Cadastro Veic.
CARROC	Tipo de carroc. do veículo	Numérico	2	Cadastro Veic.
CARGA	Capacidade de carga do veíc.	Numérico	5	Cadastro Veic.
VOLUME	Volume transportável	Numérico	2	Cadastro Veic.
VEICULO	Tipo do veículo, contém CODIGO, CARROC, CARGA e VOLUME	Caracter	12	Cadastro Veic.
TIPVEIC	Dados do veículo pertencente ao transportador. Contém CERTIF, REGDNER, PLACA e VEÍCULO	Registro	49	Cadastro Veic.

b) Saída para o usuário :

Como saída para o usuário, este módulo apresenta um relatório dos transportadores cadastrados e outro dos veículos cadastrados para estes transportadores. Um exemplo destes relatórios é apresentado no anexo 6.

3.3.4-Cadastro de Fornecedores

3.3.4.1-Entrada de Dados

A "ORIGEM" dos dados apresentados a seguir é válida apenas para a operação de inclusão de registros. Para as demais operações, todos os dados tem os arquivos deste módulo como "ORIGEM", com exceção do CODFORN, que é lido via teclado.

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CODFORN	Código-forneced.	Numérico	4	Via Teclado
NRAZFORN	Nome/Raz. social do fornecedor	Caracter	40	Via Teclado
CPF CGCFR	CPF/CGC fornec.	Numérico	15	Via Teclado
CIFONEFR	C.I. e telefone do fornecedor	Numérico	15	Via Teclado
ENDER1FR	Rua, nº, bairro do fornecedor	Caracter	40	Via Teclado
ENDER2FR	Cidade e estado	Caracter	40	Via Teclado
CEPFORN	CEP-fornecedor	Numérico	6	Via Teclado
FONEFORN	Telefone princi- pal-fornecedor	Numérico	15	Via Teclado
NUMC	Número de cargas do fornecedor	Numérico	3	Via Teclado
TIPFORN	Fornecedor de cargas. Composto de CODFORN, NRAZ FORN, CPF CGCFR, CIFONEFR, ENDER1 FR, ENDER2FR, CEPFORN, FONEFORN e NUMC	Registro	178	Via Teclado
TIPO	Tipo da carga	Caracter	2	Via Teclado
ESPECIE	Espécie da carga	Caracter	20	Via Teclado
PERIOD	Periodicidade de fornecimento	Caracter	1	Via Teclado
QUANTID	Quantidade de carga	Numérico	8	Via Teclado
MEDIDA	Unidade medida	Caracter	1	Via Teclado
ORIGEM	Cidade Origem	Cidade	4	Via Teclado
DESTINO	Cidade Destino	Cidade	4	Via Teclado
PGTO	Forma de pagamen- to do frete	Numérico	1	Via Teclado

TIPCARGA:	Carga relaciona-	Registro	41	Via Teclado
	da a um dado for-			
	necedor. Contém:			
	TIPO, ESPECIE, PE-			
	RIOD, QUANTID, ME-			
	DIDA, ORIGEM, DES-			
	TINO e PGTO			

3.3.4.2-Saídas

a) Saída para o sistema :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CODFORN	Código do forne-	Numérico	4	Via Teclado
	cedor			
NRAZFORN	Nome e/ou razão	Caracter	40	Cadastro Fornec.
	social do forne-			
	cedor			
CPFCGCFR	CPF e CGC do for-	Numérico	15	Cadastro Fornec.
	necedor			
CIFONEFR	C.I. e telefone	Numérico	15	Cadastro Fornec.
	do fornecedor			
ENDER1FR	Rua, nº, bairro	Caracter	40	Cadastro Fornec.
	do fornecedor			
ENDER2FR	Cidade e estado	Caracter	40	Cadastro Fornec.
	do fornecedor			
CEPFORN	CEP do fornece-	Numérico	6	Cadastro Fornec.
	dor			
FONEFORN	Telefone princi-	Numérico	15	Cadastro Fornec.
	pal do fornece-			
	dor			
NUMC	Número de cargas	Numérico	3	Cadastro Fornec.
	do fornecedor			
TIPFORN	Fornecedor de	Registro	178	Cadastro Fornec.
	cargas. Composto			
	de CODFORN, NRAZ-			
	FORN, CPFCGCFR,			
	CIFONEFR, ENDER1-			
	FR, ENDER2FR,			
	CEPFORN, FONEFORN			
	e NUMC			
TIPO	Tipo da carga	Caracter	2	Cadastro Cargas
ESPECIE	Espécie da carga	Caracter	20	Cadastro Cargas

PERIOD	Periodicidade de fornecimento	Caracter	1	Cadastro Cargas
QUANTID	Quantidade de carga	Numérico	8	Cadastro Cargas
MEDIDA	Unidade de medida da carga	Caracter	1	Cadastro Cargas
ORIGEM	Cidade Origem	Cidade	4	Cadastro Cargas
DESTINO	Cidade Destino	Cidade	4	Cadastro Cargas
PGTO	Forma de pagamento do frete	Numérico	1	Cadastro Cargas
TIPCARGA	Carga relacionada a um dado fornecedor. Contém TIPO, ESPECIE, PERIOD, QUANTID, MEDIDA, ORIGEM, DESTINO e PGTO	Registro	41	Cadastro Cargas

b) Saída para o usuário :

- Relatório contendo os fornecedores cadastrados no arquivo de fornecedores, junto com as cargas associadas a cada um deles. Isto pode ser visualizado, em termos de lay-out, no anexo 7.

3.3.5-Bolsa de Fretes

3.3.5.1-Entrada de Dados

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
NUMFRETE	Número do frete	Numérico	4	Bolsa de Fretes
DESCRIC	Descrição do frete transportado	Caracter	20	Bolsa de Fretes
PESO	Peso do frete	Numérico	5	Bolsa de Fretes
VOLUME	Volume do frete	Numérico	2	Bolsa de Fretes
PRAZO	Prazo para a entrega do frete (em dias)	Numérico	3	Bolsa de Fretes

FORN	Código do fornecedor	Numérico	4	Cadastro Cargas
PGTO	Forma de pagamento do frete	Numérico	1	Cadastro Cargas
TIPFRETE	Frete disponível composto por NUMFRETE, TIPO, DESCRIC, ORIGEM, DESTINO, PESO, VOLUME, PRAZO, FORN e PGTO	Registro	49	Cadastro Cargas

3.3.5.2-Saídas

a) Saída para o sistema :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
NUMFRETE	Número do frete	Numérico	4	Bolsa de Fretes
DESCRIC	Descrição do frete transportado	Caracter	20	Bolsa de Fretes
PESO	Peso do frete	Numérico	5	Bolsa de Fretes
VOLUME	Volume do frete	Numérico	2	Bolsa de Fretes
PRAZO	Prazo para a entrega do frete (em dias)	Numérico	3	Bolsa de Fretes
FORN	Código do fornecedor	Numérico	4	Cadastro Cargas
PGTO	Forma de pagamento do frete	Numérico	1	Cadastro Cargas
TIPFRETE	Frete disponível composto por NUMFRETE, TIPO, DESCRIC, ORIGEM, DESTINO, PESO, VOLUME, PRAZO, FORN e PGTO	Registro	49	Cadastro Cargas

b) Saída para o usuário :

- Relatório contendo todos os fretes disponíveis na Bolsa (um exemplo está apresentado no anexo 10);
- Lista dos fornecedores que devem ser contactados, no período, para a confirmação do fornecimento de novos fretes (exemplo no anexo 9).
- Documento para entrada dos dados na Bolsa de Fretes (uma cópia está apresentada no anexo 8).

3.3.6-Fretes Disponíveis

3.3.6.1-Entrada de Dados

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
NUMFRETE	Número do frete	Numérico	4	Bolsa de Fretes
DESCRIC	Descrição do frete transportado	Caracter	20	Bolsa de Fretes
PESO	Peso do frete	Numérico	5	Bolsa de Fretes
VOLUME	Volume do frete	Numérico	2	Bolsa de Fretes
PRAZO	Prazo para a entrega do frete (em dias)	Numérico	3	Bolsa de Fretes
FORN	Código fornecedor	Numérico	4	Cadastro Cargas
PGTO	Forma de pagamento do frete	Numérico	1	Cadastro Cargas
TIPFRETE	Frete disponível composto por NUMFRETE, TIPO, DESCRIC, ORIGEM, DESTINO, PESO, VOLUME, PRAZO, FORN e PGTO	Registro	49	Cadastro Cargas
CODTRAN	Código do transportador	Caracter	4	Via Teclado
CODIGO	Código veículo	Caracter	3	Cadastro Veic.
CERTIF	Certificado do veículo	Numérico	15	Cadastro Veic.

REGDNER	Registro no DNER	Numérico	15	Cadastro Veic.
PLACA	Placa do veículo	Caracter	7	Cadastro Veic.
CODIGO	Código do veíc.	Caracter	3	Cadastro Veic.
CARROC	Tipo de carroc. do veículo	Numérico	2	Cadastro Veic.
CARGA	Capacidade de carga do veíc.	Numérico	5	Cadastro Veic.
VOLUME	Volume transpor- tável	Numérico	2	Cadastro Veic.

3.3.6.2-Saídas

Este módulo apresenta como saída um relatório dos fretes disponíveis conforme as características do veículo do transportador, identificado através do "CODTRAN" e demais restrições impostas pelo mesmo. Alguns exemplos deste relatório estão apresentados no anexo 11.

3.3.7-Rede Rodoviária

3.3.7.1-Entrada de Dados

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CODNO	Código do nó	Caracter	4	Rede Rodoviária
NOMECID	Nome da cidade	Caracter	30	Rede Rodoviária
COORDEN	Coorden. do nó: Latitude e Longitude.	TIPCOORD	15	Rede Rodoviária
NUMVIZ	Número de vizi- nhos do nó	Numérico	2	Rede Rodoviária
TIPNO	Nó da rede. Com- põe-se de CODNO, NOMECID, COORDEN e NUMVIZ	Registro	48	Rede Rodoviária
DISTAN	Distância entre os nós (em kms)	Numérico	3	Rede Rodoviária
TIPPAV	Tipo de pavimen- tação	Caracter	1	Rede Rodoviária

IMPED	Fator de im- pedância (topogra- fia)	Numérico	5	Rede Rodoviária
TIPVIZ	Vizinho do nó. Composto por DIS- TAN, TIPPAV e IM- PED	Registro	9	Rede Rodoviária

3.3.7.2-Saídas

As saídas deste módulo, descritas abaixo, estão apresentadas no anexo 12, as quais foram geradas durante a aplicação experimental descrita no capítulo 4.

- Relatório contendo todos os nós cadastrados na malha.
- Relatório contendo os nós da malha e seus respectivos vizinhos.

3.3.8-Rota ótima

3.3.8.1-Entrada de Dados

O módulo Rota ótima apresenta duas rotinas. A primeira e mais importante é a busca da rota propriamente dita, e a segunda diz respeito à manutenção da configuração do processo de busca.

Este módulo utiliza como entradas, no processo de busca, dados lidos via teclado e dados constantes dos demais módulos. Na tabela a seguir, apresenta-se a relação destes dados de entrada, com as respectivas descrições.

Para a apresentação desta tabela considera-se como tipo de dados pré-definidos: CIDADE, TIPTRAN, TIPVEIC, TIFPRETE, TIPGRAU, TIPNO, TIPVIZ e TIPFORN.

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
CIDADE	Código da cidade	Caracter	4	Via Teclado
ORIGEM	Cidade Origem	CIDADE	4	Via Teclado
DESTINO	Cidade Destino	CIDADE	4	Via Teclado
DESCONS	Cidades a evitar na rota. Composto por uma lista de cidades	Lista de CIDADE	variável	Via Teclado
TEMPO	Tempo máximo de viagem (horas)	Numérico	3	Via Teclado
TIPO	Tipo de frete a transportar	Caracter	2	Via Teclado
CODTRAN	Código-transport	Caracter	4	Via Teclado
NRAZTRAN	Nome e/ou razão do transportador	Caracter	40	Cadastro Transp.
CPFCGCTR	CPF/CGC do transportador	Caracter	15	Cadastro Transp.
CIFONETR	C.I. e telefone do transportador	Caracter	15	Cadastro Transp.
ENDER1TR	Rua, nº, bairro do transportador	Caracter	40	Cadastro Transp.
ENDER2TR	Cidade e estado do transportador	Caracter	40	Cadastro Transp.
CEPTRAN	CEP do transportador	Numérico	6	Cadastro Transp.
FONETRAN	Telefone principal do transportador	Numérico	15	Cadastro Transp.
NUMVEIC	Número de veículos do transp.	Numérico	3	Cadastro Transp.
TIPTRAN	Transportador de cargas. Composto de CODTRAN, NRAZTRAN, CPFCGCTR, CIFONETR, ENDER1TR, ENDER2TR, CEPTRAN, FONETRAN e NUMVEIC	Registro	178	Cadastro Transp.
CERTIF	Certificado do veículo	Numérico	15	Cadastro Veic.
REGDNER	Registro no DNER	Numérico	15	Cadastro Veic.
PLACA	Placa do veículo	Caracter	7	Cadastro Veic.
CODIGO	Código do veic.	Caracter	3	Cadastro Veic.
CARROC	Tipo de carroc. do veículo	Numérico	2	Cadastro Veic.

CARGA	Capacidade de carga do veic.	Numérico	5	Cadastro Veic.
VOLUME	Volume transportável	Numérico	2	Cadastro Veic.
VEICULO	Tipo do veículo, contém CODIGO, CARRDC, CARGA e VOLUME	Caracter	12	Cadastro Veic.
TIPVEIC	Dados do veículo pertencente ao transportador. Contém CERTIF, REGDNER, PLACA e VEÍCULO	Registro	49	Cadastro Veic.
NUMFRETE	Número do frete	Numérico	4	Bolsa de Fretes
DESCRIC	Descrição do frete transportado	Caracter	20	Bolsa de Fretes
PESO	Peso do frete	Numérico	5	Bolsa de Fretes
VOLUME	Volume do frete	Numérico	2	Bolsa de Fretes
PRAZO	Prazo para a entrega do frete (em dias)	Numérico	3	Bolsa de Fretes
FORN	Código do fornecedor	Numérico	4	Cadastro Cargas
PGTO	Forma de pagamento do frete	Numérico	1	Cadastro Cargas
TIPFRETE	Frete disponível Composto por NUMFRETE, TIPO, DESCRIC, ORIGEM, DESTINO, PESO, VOLUME, PRAZO, FORN e PGTO	Registro	49	Cadastro Cargas
GRAUS	Medida (graus) do nó	Numérico	2	Rede Rodoviária
MINUTOS	Medida (minutos) do nó	Numérico	2	Rede Rodoviária
SEGUNDOS	Medida (seg.) do nó	Numérico	2	Rede Rodoviária
TIPGRAU	Dados do nó. Compõe-se de GRAUS, MINUTOS e SEGUNDOS	Registro	6	Rede Rodoviária
LATITUDE	Latitude do nó	TIPGRAU	6	Rede Rodoviária
LONGIT	Longitude do nó	TIPGRAU	6	Rede Rodoviária
ALTIT		Numérico	3	Rede Rodoviária
TIPCOORD	Coordenadas do nó (LATITUDE, LONGIT e ALTIT)	Registro	15	Rede Rodoviária
CODNO	Código do nó	Caracter	4	Rede Rodoviária
NOME CID	Nome da cidade	Caracter	30	Rede Rodoviária
COORDEN	Coord. do nó	TIPCOORD	15	Rede Rodoviária
NUMVIZ	Número de vizinhos do nó	Numérico	2	Rede Rodoviária

TIPNO	Nó da rede. Com- põe-se de CODNO, NOMECID, COORDEN e NUMVIZ	Registro	48	Rede Rodoviária
DISTAN	Distância entre os nós (em kms)	Numérico	3	Rede Rodoviária
TIPPAV	Tipo de pavimen- tação	Caracter	1	Rede Rodoviária
IMPED	Fator de impe- dância (topogra- fia)	Numérico	5	Rede Rodoviária
TIPVIZ	Vizinho do nó. Composto por DIS- TAN, TIPPAV e IM- PED	Registro	9	Rede Rodoviária
CODFORN	Código do forne- cedor	Numérico	4	Cadastro Forn.
NRAZFORN	Nome e/ou razão social do forne- cedor	Caracter	40	Cadastro Forn.
CPFCGCFR	CPF e CGC do for- necedor	Numérico	15	Cadastro Forn.
CIFONEFR	C.I. e telefone do fornecedor	Numérico	15	Cadastro Forn.
ENDER1FR	Rua, nº, bairro do fornecedor	Caracter	40	Cadastro Forn.
ENDER2FR	Cidade e estado do fornecedor	Caracter	40	Cadastro Forn.
CEPFORN	CEP do fornece- dor	Numérico	6	Cadastro Forn.
FONEFORN	Telefone princi- pal do fornece- dor	Numérico	15	Cadastro Forn.
NUMC	Número de cargas do fornecedor	Numérico	3	Cadastro Forn.
TIPFORN	Fornecedor de cargas. Composto de CODFORN, NRAZ- FORN, CPFCGCFR, CIFONEFR, ENDER1- FR, ENDER2FR, CEPFORN, FONEFORN e NUMC	Registro	178	Cadastro Forn.
PCB	Preço do combus- tível	Numérico	8,2	Arq. Parâmetros
PCONS	Percentual do consumo de com- bustível sobre o custo operacio- nal do caminhão	Numérico	5,2	Const. Módulo
CONS	Consumo de com- bustível de um caminhão (km/l)	Numérico	5,2	Const. Módulo

Para a rotina que efetua a manutenção da configuração do processo de busca, tem-se os seguintes dados de entrada :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
R	Fator de estreitamento do algoritmo de busca	Numérico	5,2	Via Teclado
PCB	Preço do combustível	Numérico	5,2	Via Teclado
P1	Distância máxima entre a origem e o destino para rotas simples	Numérico	6,1	Via Teclado
P2	Distância máxima entre a origem e o destino para rotas com retorno	Numérico	6,1	Via Teclado

3.3.8.2-Saídas

As saídas deste módulo estão divididas em dois grupos. O primeiro diz respeito ao processo de manutenção dos parâmetros da busca. Neste caso, as saídas correspondem exatamente às entradas, uma vez que este processo corresponde à introdução de novos valores sobre outros já existentes.

O segundo grupo de saídas está relacionado com o processo de busca. Estas saídas apresentam-se em quatro modalidades.

Os lay-outs destas saídas, descritas a seguir, podem ser visualizados nos resultados da aplicação experimental deste módulo, apresentados nos anexos 13, 14 e 15.

a) Saída para o transportador : compreende a apresentação da rota encontrada e dos fretes associados, conforme segue :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
ROTA	Lista dos nós da rota determinada	Lista de TIPNO	variável	Rede Rodoviária
ORIGEM	Nó de origem do frete	Numérico	4	Cadastro Cargas
DESTINO	Nó destino do frete	Numérico	4	Cadastro Cargas
DESCRIC	Descrição do frete	Caracter	20	Cadastro Cargas
FORNEC	Código do fornecedor do frete	Caracter	4	Cadastro Cargas
ENDFORN	Endereço do fornecedor	Caracter	80	Cadastro Fornec.
FRETE	Dados referentes ao frete. Contém ORIGEM, DESTINO, DESCRIC, FORNEC e ENDFORN	Registro	112	Cadastro Cargas
LISTFRET	Lista dos fretes associados à rota determinada	Lista de FRETE	variável	Cadastro Cargas

b) Arquivo de rotas :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
ROTA	Lista dos nós da rota determinada	Lista de Nó	variável	Rede Rodoviária
NUMFRETE	Código do frete	Numérico	4	Cadastro Fretes
ORIGEM	Nó de origem do frete	Numérico	4	Cadastro Fretes
DESTINO	Nó destino do frete	Numérico	4	Cadastro Fretes
DESCRIC	Descrição frete	Caracter	20	Cadastro Fretes
FORNEC	Código do fornecedor do frete	Caracter	4	Cadastro Fretes
ENDFORN	Endereço do fornecedor	Caracter	80	Cadastro Fornec.
FRETE	Dados referentes ao frete. Contém NUMFRETE, ORIGEM, DESTINO, DESCRIC, FORNEC e ENDFORN	Registro	116	Cadastro Fretes
LISTFRET	Lista dos fretes associados à rota determinada	Lista de FRETE	variável	Cadastro Fretes
CODVEIC	Código veículo	Numérico	3	Cadastro Veic.

c) Baixa na Bolsa de Fretes .

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
NUMFRETE	Código do frete	Numérico	4	Cadastro Fretes
PESO	Peso do frete	Numérico	5	Processo
VOLUME	Volume do frete	Numérico	2	Processo

d) Registro no Arquivo de Desempenho (módulo Supervisor) :

NOME	DESCRIÇÃO	NATUREZA	TAMANHO	ORIGEM
DATA	Data da operação	Caracter	8	Via Teclado
CONTADOR	Contador do número de operações realizadas na data	Numérico	4	Via Teclado

3.3.8.3-Processamento

3.3.8.3.1-Processo de Busca-Algoritmo Básico Detalhado

A seguir é apresentado o algoritmo básico utilizado no processo de busca, que se baseia no algoritmo A* (ver item 3.2.8).

* Início do Algoritmo

Ler S e T

Ler Código do transportador

Verificar a existência desta ROTA no arquivo de rotas já determinadas

SUCESSO = FALSE

```
Se existir uma rota com origem = S e destino = T
  executar a VIABILIZAÇÃO da ROTA
  Se a ROTA é viavel
    SUCESSO = VERDADE
  Fim Se
Fim Se
Executar VIABILIZAÇÃO de S
ABERTOS = {S}
FECHADOS = NIL
ROTA = {S}
Calcular H(S), G(S) E P(S)
Nó = S
Enquanto ABERTOS<>NIL e SUCESSO=FALSE faça
  Calcular H e G para cada nó de P(Nó)
  Selecionar nó de P(Nó) que apresenta maior F' e armazenar em Nó
  ABERTOS = ABERTOS - {Nó}
  FECHADOS = FECHADOS + {Nó}
  ROTA = ROTA + {Nó}
  Se Nó=T então
    SUCESSO=VERDADE
  Senão
    Executar VIABILIZAÇÃO de T
  Fim Se
Fim Enquanto
Se SUCESSO é VERDADE então
  * Achou rota viável
  Escrever ROTA (saída para o usuário)
```

Efetuar registro dos fretes associados (baixa na bolsa de fretes)

Armazenar ROTA (em "rotas.dad") para aproveitamento em consulta posterior

Senão

* Fracasso na busca

Escrever mensagem

Fim Se

* Fim do Algoritmo

3.3.8.3.2-Comentários sobre o Algoritmo

Inicialmente será apresentada um legenda das nomenclaturas utilizadas no algoritmo descrito.

*=representa uma linha de comentários

S=origem

T=destino

A=lista de nós abertos

F=lista de nós fechados

$H(i)$ =estimativa do lucro entre i e T

$G(i)$ =lucro acumulado entre a origem T e i

$F'(i)$ =função de mérito do algoritmo de busca

$P(i)$ =lista dos sucessores de i (vizinhos de i)

Nó=nó em consideração em dado momento

A execução deste algoritmo está atrelada às regras de produção descritas a seguir no item 3.3.8.3.4.

3.3.8.3.3-Descrição dos Procedimentos

Para cada um dos procedimentos não triviais do algoritmo básico descrito anteriormente, é apresentada a seguir uma descrição detalhada.

VIABILIZAÇÃO da ROTA: Consiste em efetuar um 'matching' entre a rota já determinada e a 'situação da consulta'. Isto significa uma verificação junto à Bolsa de Fretes da existência dos fretes relacionados à rota. Além disto é feita uma verificação da adequação do caminhão do transportador com as especificações requeridas pelos fretes, isto é, capacidade, volume e tipo de carroceria. Existem diversas regras incorporadas ao processo de busca devido a esta viabilização, que estão apresentadas no item 3.3.8.3.4.

VIABILIZAÇÃO de S: Se S não apresenta nenhum frete associado, então tomar todos os vizinhos de S e verificar, dentre os que apresentam fretes associados, o mais próximo e considerá-lo como S e o nó anteriormente lido como origem como sendo S', fazendo $ROTA = \{S', S\}$.

VIABILIZAÇÃO DE T: Se Nó estiver a menos de $1/10$ da distância (linear) entre S e T, então fazer $SUCESSO = VERDADE$ e fazer $ROTA = ROTA + \{T\}$.

CÁLCULO DE G: Equivale ao lucro entre a origem e o nó i (em análise), que representa a diferença entre a receita e o custo da viagem. Este cálculo é feito através da seguinte fórmula:

$$G(i) = \text{Receita}(S,i) - [d(S,i) \times \text{Cons}(v) \times \text{PCb} \times 100 \times \text{PCons}(v)]$$

Onde:

$\text{Receita}(S,i)$ =Receita dos fretes associados ao caminho de S até i .

A receita é calculada em conformidade com a forma de pagamento, que está armazenada na bolsa de fretes (módulo Bolsa de Fretes). Ver descrição das formas de pagamento e de cálculo do valor de fretes (receita) no item 3.3.5. Quando um frete possuir o nó terminal não pertencente ao caminho de S até i , este é calculado proporcionalmente à distância deste caminho.

$d(S,i)$ =distância real entre os pontos S e i , que é um dado constante do arquivo que contém a representação da malha rodoviária, gerenciado através do módulo Rede Rodoviária.

$\text{Cons}(v)$ =Consumo (Quilômetros/Litro) do caminhão do transportador v , o qual solicita a determinação da rota.

PCb =preço do litro do óleo diesel.

$\text{PCons}(v)$ =percentual do consumo de combustível sobre o custo operacional do caminhão (do transportador v) durante o transporte de uma carga.

OBS: O termo $[d(S,i) \times \text{Cons}(v) \times \text{PCb} \times 100 \times \text{PCons}(v)]$ equivale ao custo da viagem de S até i , que é calculado pelo SGCIF apenas em função do consumo do óleo combustível, uma vez que

não é objetivo deste trabalho explorar este ponto (ver sugestões, capítulo 5).

$$H(i) = dr(i,T) \times [Receita_Média - Custo_Médio(v)]$$

Onde:

$dr(i,T)$ =estimativa da distância entre i e T , calculada através das coordenadas geográficas (ver apêndice 3).

$Receita_Média$ =receita média por quilômetro rodado, calculada pelo sistema antes da busca de um rota.

$Custo_Médio$ =custo médio por quilômetro rodado, calculado em função do caminhão do transportador v .

$$F'(i) = G(i) + R \times H(i)$$

Onde:

R =fator de estreitamento do algoritmo de busca.

Obs: Se $R > 1$ o algoritmo tende para busca em profundidade.

Se $R < 1$ o algoritmo tende para busca em largura.

3.3.8.3.4-Regras Associadas ao Processo de Busca

Neste item do trabalho são apresentadas as regras de produção associadas ao algoritmo de busca, estas estão escritas de forma livre, ou seja, de forma compreensível pelo usuário, diferentemente da forma como estão implementadas.

1-) Se, para o cálculo de rota simples (origem-destino), a distância linear (através das coordenadas geográficas, ver apêndice 3) entre S e T for maior que $P1$ (parâmetro estipulado pelo usuário, ver item 3.4.8);

Então retornar à leitura de S e T, apresentando mensagem explicativa ao usuário sobre o limite de distância para o caso de cálculo de uma rota simples.

- 2-) Se, para o cálculo de uma rota com retorno (origem-destino-origem), a distância linear (através das coordenadas geográficas) entre S e T for maior que P2 (parâmetro estipulado pelo usuário);

Então retornar à leitura de S e T, apresentando mensagem explicativa ao usuário sobre o limite de distância para o cálculo de uma rota com retorno.

- 3-) Se um transportador não estiver cadastrado quando da busca de uma rota;

Então deve em primeiro lugar ser cadastrado, isto é, executar a rotina Inclusão no Módulo Cadastro de Transportadores.

- 4-) Se um determinado nó n estiver associado a um frete para outro nó d, não vizinho de n;

Então o critério heurístico é apenas o menor caminho, isto é, menor distância entre n e d.

- 5-) Se a regra 4 for executada e o nó d for alcançado;

Então o critério heurístico retorna ao inicial.

- 6-) Se existir uma rota já determinada que satisfaça às restrições de origem e destino;

Então verificar se existem fretes na Bolsa que satisfaçam àqueles associados à rota;

e verificar se o caminhão do transportador satisfaz às especificações requeridas pelos fretes: capacidade, volume e tipo de carroceria.

7-) Se a regra 6 for satisfeita e o transportador tiver indicado cidades a evitar e tipos de frete que desejaria transportar;

Então apresentar mensagem ao mesmo a respeito desta rota já determinada e solicitar confirmação ou não da mesma.

3.3.9-Avaliação do Sistema

As entradas deste módulo são o resultado da codificação dos questionários apresentados no anexo 1. Esta codificação é feita com base nas instruções contidas nos próprios questionários e, também, com base nas tabelas de codificação.

As saídas deste módulo compreendem as diversas tabelas apresentadas nos relatórios gerados por este módulo, também apresentadas no anexo 1.

3.4-Operação do SGCIF

3.4.1-Interface do Usuário

3.4.1.1-Reconhecimento de Comandos

A Interface reconhece os comandos do usuário através da análise da frase lida do teclado. Esta frase é decomposta em palavras, que são analisadas individualmente.

Esta análise é efetuada da seguinte maneira:

Inicialmente são retirados da frase todos os sinais de pontuação e palavras pertencentes ao arquivo de palavras a desconsiderar. A seguir é efetuado o reconhecimento do operando e da entidade.

A identificação do operando é feita após uma busca na lista dos operandos conhecidos, existente no arquivo de operandos e, se for necessário, no arquivo de sinônimos. Esta busca é feita para cada uma das palavras que compõem a frase. Caso o operando não possa ser identificado (ausente na frase), uma mensagem de ajuda é apresentada, contendo os operadores reconhecidos pela interface.

O procedimento adotado para a identificação da entidade é semelhante ao do operando. Uma busca é realizada, para cada uma das palavras componentes da frase, no arquivo de entidades conhecidas e, possivelmente, no de sinônimos. Na ausência da entidade, uma mensagem de ajuda é emitida, apresentando as entidades do SGCIF.

Caso entidade e operando sejam reconhecidos, o módulo correspondente à entidade é acionado através do comando "system" (PROLOG), e o valor referente ao operando, que equivale a uma opção no menu do módulo, é gravado no arquivo de comandos, a fim de possibilitar o acionamento das rotinas do módulo.

3.4.1.2-Inclusão de Novos Sinônimos

A inclusão de novos sinônimos no vocabulário reconhecido pela interface é feita através da leitura, via teclado, da en-

tidade (ou operando) a qual o novo sinônimo será associado. A seguir o novo sinônimo é lido e então incluído na lista dos sinônimos, através do comando "assert" (PROLOG).

3.4.1.3-Exclusão de Sinônimos

A exclusão dos sinônimos realiza-se através da leitura da entidade (ou operando) a qual o sinônimo está relacionado e da leitura do sinônimo a ser eliminado. Caso o sinônimo seja encontrado, é eliminado através do predicado "retractall" do PROLOG, senão a operação retorna diretamente ao menu anterior (ou ao modo interativo, se for o caso), tornando-se totalmente transparente ao usuário.

3.4.1.4-Listagem dos Sinônimos

A apresentação dos sinônimos é feita através da abertura de uma janela na tela básica do sistema, onde são listados, sequencialmente, as entidades (e operandos) juntamente com seus respectivos sinônimos. A continuidade da operação é obtida pressionando-se qualquer tecla, até que não haja mais sinônimos a listar.

3.4.2-Módulo Supervisor

Uma vez que a alimentação dos arquivos gerenciados por este módulo é feita automaticamente pelos demais módulos envolvi-

dos, resta apenas descrever a operação de emissão dos relatórios e tabelas. Estas emissões são efetuadas pela seleção entre relatório e tabelas, o que é feito pressionando-se a tecla correspondente.

3.4.3-Cadastro de Transportadores

3.4.3.1-Inclusão de Transportadores

A inclusão de um transportador é realizada de forma ordenada no arquivo dos transportadores, a partir da leitura dos dados correspondentes. Após a entrada destes dados, uma confirmação é solicitada. Caso ocorra esta confirmação, a posição para a inclusão do registro é encontrada na lista de transportadores e seus "ponteiros" são atualizados, de maneira que o novo registro passe a fazer parte desta lista; caso contrário, pode-se retornar ao menu principal pressionando-se <ENTER> ou efetuar nova inclusão.

3.4.3.2-Exclusão de Transportadores

A operação de exclusão baseia-se no valor de "CODTRAN", lido do teclado. Após a leitura, uma pesquisa é realizada na lista de transportadores. Caso este seja encontrado, seus dados são apresentados no vídeo e uma confirmação para a operação é pedida. Cabe aqui ressaltar que no caso do transportador ser excluído, todos os veículos a ele associados também serão eliminados; caso

contrário, a operação é cancelada e pode-se efetuar novamente a operação ou retornar ao menu principal teclando-se <ENTER>.

3.4.3.3-Alteração de Transportadores

A alteração dos dados referentes a um determinado transportador é feita após uma pesquisa realizada na lista de transportadores, tendo como chave de busca o valor do código do registro a ser alterado ("CODTRAN"), previamente lido. Se a operação de pesquisa obtiver sucesso, os dados atuais são mostrados na tela para que possam ser alterados, individualmente. Senão, uma mensagem é apresentada, indicando o insucesso na pesquisa. Após a operação, os novos dados são mostrados e é solicitada uma confirmação. Se a mesma ocorrer, os dados são atualizados no arquivo; senão a operação é cancelada e um novo código é solicitado e procede-se de maneira semelhante ao processo de exclusão.

3.4.3.4-Consulta aos Transportadores

A consulta aos transportadores cadastrados é efetuada da seguinte forma: Consulta-se a lista de transportadores disponíveis a partir de um determinado registro, identificado pelo "CODTRAN", lido do teclado. Os valores relacionados a ele são, então, apresentados e caso deseje-se prosseguir na consulta aos outros registros da lista, basta selecioná-los através das setas (para cima ou para baixo). Para a interrupção da operação, pressiona-se <ESC>.

3.4.3.5-Relatórios de Transportadores

A emissão do relatório dos transportadores cadastrados é feita selecionando-se a opção RELATÓRIOS no menu principal e, posteriormente, a opção TRANSPORTADORES no menu de relatórios. Em seguida será solicitado pelo sistema que o usuário prepare a impressora e, quando pronto, pressione qualquer tecla para iniciar a impressão.

3.4.3.6-Inclusão de Veículos

A inclusão de um veículo é realizada através da leitura do código do transportador ao qual o veículo estará associado. Caso o transportador esteja cadastrado, são lidos todos os dados referentes ao veículo. Caso contrário, uma mensagem é apresentada, indicando que é necessário o cadastramento deste transportador antes de ser efetuada a inclusão. Podem ser incluídos vários veículos, até que pressione-se <ENTER> no código do transportador, fazendo com que o controle do programa retorne ao menu anterior.

3.4.3.7-Exclusão de Veículos

A operação de exclusão é feita através de duas chaves de pesquisa: código do transportador e placa do veículo. Isto ocorre devido à relação existente entre estas duas entidades, onde a cada transportador (proprietário) estão associados vários

veículos. Após uma pesquisa realizada na lista de transportadores cadastrados, podem ocorrer duas situações: caso o transportador não seja encontrado nesta lista, uma mensagem é apresentada e a operação é cancelada. Caso contrário duas novas situações podem ocorrer: se o veículo não for encontrado, após uma pesquisa realizada na lista dos veículos relacionada ao transportador, nova mensagem é apresentada e a operação é interrompida; senão, após a localização dos dados do veículo, os mesmos são apresentados na tela e uma mensagem pedindo confirmação da operação é apresentada. Se isto não ocorrer, a operação é cancelada.

3.4.3.8-Alteração de Veículos

Esta operação realiza-se de forma análoga à anterior. Após a apresentação dos dados do veículo, são lidas as alterações a serem realizadas, diretamente nas posições do vídeo onde estão os valores anteriores. Caso não haja alterações a serem feitas em um determinado campo, pressiona-se <ENTER> e a leitura passa automaticamente para o próximo campo. Após o término da leitura em todos os campos do registro, os novos dados são exibidos na tela e uma mensagem pedindo confirmação das alterações efetuadas é apresentada. Se não houver confirmação, a alteração é cancelada.

3.4.3.9-Consulta aos Veículos

Basicamente, o acesso ao registro segue a mesma regra utilizada no item anterior. No caso da pesquisa sobre o transpor-

tador não obter sucesso, o procedimento adotado é o mesmo. Caso contrário é efetuada a leitura da placa do veículo para a consulta. Como no caso dos transportadores, pode-se percorrer toda a lista de veículos a partir de um determinado veículo. Para isto, digita-se a placa do veículo desejado, e após a apresentação dos dados deste veículo, a 'navegação' dentro da lista é feita através das teclas das setas (para cima e para baixo). Para interromper o processo de consulta, pressiona-se (ESC).

3.4.3.10-Relatórios de Veículos

Para emitir um relatório dos veículos cadastrados, é necessário selecionar a opção RELATÓRIOS no menu principal e, posteriormente, a opção VEÍCULOS no menu subsequente. Posteriormente procede-se de forma semelhante ao de emissão de relatórios de transportadores.

3.4.4-Cadastro de Fornecedores

3.4.4.1-Inclusão de Fornecedores

A inclusão de um fornecedor é realizada de forma ordenada no arquivo dos fornecedores. Os dados que compõem o registro a ser incluído são lidos e, em seguida, uma confirmação dos dados é solicitada. Caso ocorra esta confirmação, o registro é incluído na posição correspondente na lista dos fornecedores. Após esta operação, uma nova inclusão é solicitada, até que seja pressionada

do <ENTER> no campo do código do fornecedor (CODFORN) fazendo com que o controle retorne ao menu principal.

3.4.4.2-Exclusão de Fornecedores

Esta operação é realizada através da leitura do código do fornecedor. Uma pesquisa é, então, realizada na lista dos fornecedores. Caso este seja encontrado, seus dados são apresentados na tela e uma confirmação para a operação é solicitada. Caso o fornecedor seja excluído, as cargas relacionadas a ele serão perdidas. Caso contrário, é solicitado um novo código para exclusão, até que seja pressionado <ENTER> para retornar ao menu anterior.

3.4.4.3-Alteração de Fornecedores

A alteração dos dados de um fornecedor é realizada após uma pesquisa na lista respectiva, tendo como chave de acesso o código do fornecedor (CODFORN). Se a pesquisa obtiver sucesso, os dados são listados para que possa ser feita a alteração. Senão, uma mensagem é apresentada. O final deste processo é semelhante aos anteriormente descritos.

3.4.4.4-Consulta aos Fornecedores

A consulta aos fornecedores é efetuada da seguinte forma: os fornecedores disponíveis são consultados a partir de um determinado registro, identificado por "CODFORN". Os dados rela-

cionados a ele são apresentados e, pode-se prosseguir na consulta aos outros registros da lista, pressionando as setas (para cima e para baixo). Para a interrupção da operação, pressiona-se (ESC), o que faz com que um novo código seja solicitado. A operação se processa até que pressione-se (ENTER) neste campo, o que provoca o retorno ao menu anterior.

3.4.4.5-Relatório de Fornecedores

A opção de emissão dos relatórios referentes aos fornecedores é efetuada através da seleção da opção de RELATÓRIOS no menu principal e, posteriormente, da opção FORNECEDORES no menu subsequente.

3.4.4.6-Inclusão, Exclusão, Alteração e Consulta às Cargas

Todas estas operações são realizadas de maneira análoga às efetuadas sobre os veículos no módulo Cadastro de Fornecedores.

3.4.4.7-Relatório de Cargas

A impressão do relatório referente às cargas dos fornecedores é efetuada através da opção de RELATÓRIOS no menu principal e, em seguida, pela seleção da opção CARGAS no menu de emissão de relatórios.

3.4.5-Bolsa de Fretes

3.4.5.1-Inclusão de Fretes

A Inclusão é realizada através da leitura, via teclado, dos diversos dados que compõem um registro. O campo "CÓDIGO" é automaticamente preenchido, pois a inclusão é realizada sempre no final da lista de fretes e, o conteúdo deste campo representa o número de fretes que a compõe. Ao final da digitação dos dados é pedida a confirmação da inclusão. Para encerrar esta operação deve-se pressionar <ENTER> no primeiro campo a ser preenchido.

3.4.5.2-Exclusão de Fretes

A exclusão é feita através do campo "CÓDIGO", que é solicitado no início da operação. Uma pesquisa sequencial é então realizada na lista de fretes disponíveis. Caso o registro seja encontrado, seus campos são apresentados no vídeo e é solicitada a confirmação da operação. Se o registro não for encontrado, uma mensagem é emitida.

3.4.5.3-Alteração de Fretes

O procedimento para a alteração é muito semelhante ao realizado para a exclusão. Basicamente, a diferença situa-se após a apresentação dos campos no vídeo. A leitura das alterações é feita em todos os campos do registro. Caso não haja nenhuma alte-

ração no campo, pressiona-se <ENTER>. Caso queira-se alterar o campo, digita-se novos dados, sobrepondo-os aos antigos. Após a leitura de todos os campos é solicitada a confirmação da operação.

3.4.5.4-Consulta aos Fretes

A operação de consulta é realizada através do campo "CÓDIGO", solicitado no início da operação. A partir da leitura do código, duas modalidades são possíveis:

- a) Caso deseje-se consultar um registro, digita-se o código do frete. Após a realização de uma pesquisa (sequencial) na lista de fretes, os dados são apresentados no vídeo. Tem-se então a opção de prosseguir "percorrendo" os fretes subsequentes, através da tecla que move o cursor uma linha para baixo, ou "abortar" a consulta através da tecla <ESC>;
- b) Caso deseje-se percorrer a lista a partir do primeiro frete disponível, basta pressionar a tecla <ENTER> quando da leitura do campo CÓDIGO. O procedimento para dar prosseguimento à consulta é equivalente ao adotado na modalidade anterior. Ao atingir-se o último frete uma mensagem é emitida.

3.4.5.5-Relatório de Fretes

Para a impressão do relatório dos fretes disponíveis deve-se selecionar a opção correspondente no menu principal. A seguir é solicitado que se verifique a impressora. Após esta veri-

ficação confirma-se através do acionamento da tecla (ENTER), quando, então, o relatório de todos os fretes disponíveis no momento é emitido.

3.4.5.6-Emissão do Documento de Entrada de Dados

Esta opção permite a emissão do "Formulário de Entrada de Dados para a Bolsa de Fretes", apresentado no anexo 8. Para isto basta pressionar a tecla que corresponde a esta opção no menu principal.

3.4.6-Fretes Disponíveis

3.4.6.1-Relatórios de Fretes Disponíveis

A emissão deste relatório é resultado de uma consulta à bolsa de fretes. Esta consulta inicia-se com a solicitação do código do transportador solicitante e da placa de seu veículo, bem como das restrições descritas no item 3.2.6. A partir da leitura destes dados o SGCIF efetua uma varredura na bolsa de fretes, selecionando aqueles que se adaptam às especificações técnicas do veículo do respectivo transportador e das demais restrições também solicitadas ao mesmo.

3.4.7-Rede Rodoviária

3.4.7.1-Inclusão de Nós e de Vizinhos

O processo de inclusão é semelhante para ambos os casos, nós e vizinhos. Inicialmente inclui-se os dados referentes a cada nó, sendo que para cada um deles são associados um ou mais vizinhos. No caso dos vizinhos é preciso entrar apenas com o código dos nós, uma vez que o nome (do nó) já é cadastrado quando se inclui o mesmo.

3.4.7.2-Manutenção de Dados

As operações de alteração e exclusão de nós e vizinhos são bastante semelhantes. No caso da exclusão é solicitado o código do nó e, posteriormente os dados referentes ao mesmo são apresentados na tela, solicitando-se a confirmação da operação de exclusão. Caso a operação seja confirmada, o processo é efetivado e o nó excluído do arquivo correspondente; caso contrário, a operação é abortada.

A operação de alteração recebe o mesmo tratamento que a de exclusão, sendo que nesta os dados são mostrados na tela e o usuário pode corrigi-los ou mantê-los, bastando para isto pressionar (ENTER).

3.4.7.3-Relatórios

Existem duas modalidades de relatórios disponíveis neste módulo, uma para nós e outra para vizinhos. No primeiro caso é emitida uma relação de todos os nós constantes da rede e seus respectivos atributos, incluindo o número de vizinhos. No segundo caso é emitida uma relação de todos os nós da rede, onde cada nó é listado e, posteriormente todos os seus vizinhos e os respectivos atributos.

3.4.8-Rota ótima

3.4.8.1-Manutenção dos parâmetros

Esta rotina realiza a manutenção dos parâmetros necessários à execução do processo de busca. Estes dados são lidos após a apresentação dos dados atuais, no vídeo.

3.4.8.2-Busca da Rota

Após a leitura dos dados necessários à execução do módulo, dados estes descritos anteriormente, o processo de determinação da melhor rota é acionado, devolvendo como saída ao usuário a indicação de sucesso ou fracasso, além da geração do relatório (vídeo ou impressora) contendo os nós pertencentes à rota determinada, bem como a relação dos fretes relacionados.

3.4.9-Avaliação do Sistema

3.4.9.1-Entrada de Dados

A entrada de dados corresponde à digitação dos dados constantes da codificação dos questionários. A tela de entrada de dados é bastante similar para as três modalidades de questionários. Para acessar cada uma das modalidades, é necessária a seleção do item correspondente no menu de opções.

3.4.10.2-Saídas

As saídas geradas por este módulo, que são os relatórios contendo as tabulações das três modalidades de relatórios, são acionados com a seleção dos itens correspondentes no menu de opções. A sequência da emissão destes relatórios é a mesma dos descritos anteriormente.

CAPÍTULO 4

APLICAÇÃO EXPERIMENTAL

4.1-Introdução

Neste capítulo é apresentada uma aplicação experimental do SGCIF, simulando uma operação real. Assim como na apresentação, esta aplicação é descrita separadamente para cada módulo, uma vez que cada um trata de uma atividade específica. A sequência de apresentação dos módulos é diferente da utilizada anteriormente. Isto se deve à sequência da aplicação, que foi efetuada conforme a finalização da implementação de cada módulo.

Nos diversos itens descritos a seguir são feitas referências aos anexos que contêm as saídas geradas pelo SGCIF durante esta aplicação experimental.

4.2-Módulo Avaliação do Sistema

Devido à necessidade de se conhecer o perfil do sistema de CIFs de Santa Catarina, este módulo foi o primeiro a ser desenvolvido. A partir dos resultados da aplicação deste módulo muitas alterações foram efetuadas no projeto conceitual do SGCIF, uma vez que os resultados revelaram o perfil das informações desejadas pelos transportadores [13].

Este módulo foi desenvolvido com base nos questionários apresentados no anexo 1. Estes questionários foram aplicados em

pesquisa de campo nas seguintes quantidades:

Junto aos Transportadores - 134 questionários

Junto aos Fornecedores - 267 questionários

Junto aos Operadores das CIFs - 9 questionários

Os resultados do processamento destes questionários está apresentado no anexo 2. Estes resultados têm servido de base para estudos realizados pelos demais membros do grupo de pesquisas sobre CIFs.

4.3-Interface do Usuário

A aplicação experimental deste módulo teve como objetivo a comprovação de que, através da linguagem corrente escrita, um usuário neófito seria capaz de operar o SGCIF. Para isto foram simuladas várias possibilidades de entradas, de acordo com diversos níveis de possíveis usuários de um sistema de CIFs.

Após uma série de entradas, consideradas como consultas pela interface, foi possível executar todas as operações disponíveis no SGCIF. Além destas operações, verificou-se que é possível alterar a configuração da interface e acessar o sistema de ajuda. Como configuração da interface entende-se o seu dicionário de sinônimos e de palavras a desconsiderar.

As sentenças utilizadas como consultas estão apresentadas no anexo 5, juntamente com os significados captados pela interface, que correspondem às operações disponíveis no SGCIF.

4.4-Módulo Cadastro de Transportadores

A aplicação deste módulo compreendeu o cadastramento de uma série de transportadores fictícios, bem como a execução das rotinas de alteração e exclusão de registros (cada registro corresponde a um transportador). Com relação aos transportadores cadastrados, para cada um deles foram cadastrados os respectivos caminhões. Os relatórios contendo os dados cadastrados estão apresentados no anexo 6.

Conforme descrito no item 3.2.3, antes de se cadastrar os transportadores é necessário proceder o registro das especificações dos caminhões disponíveis, conforme apresentado no anexo 4. Esta etapa é imprescindível porque, para cada caminhão associado a um transportador, é necessário uma referência ao cadastro de caminhões disponíveis, o qual qualificará este caminhão em termos de modelo, marca e consumo de combustível.

É importante salientar que os dados cadastrados neste módulo são de uso imprescindível na operação da busca da rota que maximiza o lucro do transportador, descrita no item 3.2.8.

4.5-Módulo Cadastro de Fornecedores

De modo análogo à aplicação experimental do módulo cadastro de Transportadores, esta aplicação compreendeu o cadastramento de fornecedores de cargas fictícios. Para cada fornecedor foi associada uma ou mais cargas, visando viabilizar a montagem da bolsa de fretes. Todos os dados cadastrados estão apresentados

no anexo 7.

Assim como o módulo Cadastro de Transportadores, os dados cadastrados neste módulo são imprescindíveis para a operação de busca da rota que maximiza o lucro dos transportadores.

4.6-Módulo Bolsa de Fretes

Conforme apresentado no item 3.2.5, a bolsa de fretes é formada a partir dos fretes informados pelos fornecedores cadastrados. Assim sendo, esta aplicação experimental está diretamente relacionada com os dados cadastrados no módulo Cadastro de fornecedores.

Inicialmente foi emitido o formulário de entrada de dados para a bolsa (anexo 8). Feito isto, procedeu-se a uma busca no cadastro de fornecedores para levantar os possíveis fretes disponíveis, que estão apresentados no anexo 9.

Este relatório compreende os possíveis fretes para registro na bolsa de fretes, que são selecionados a partir do cadastro de Fornecedores, rastreando-se cada fornecedor em função da periodicidade de fornecimento das cargas do mesmo. A partir deste relatório devem ser efetuadas as confirmações junto aos fornecedores, para então registrar os fretes na bolsa de fretes.

O processo de busca dos possíveis fretes disponíveis é feito a partir dos dados registrados sobre cada tipo de carga que cada fornecedor costuma repassar às CIFs. Para cada uma destas cargas é registrada a periodicidade de disponibilidade da mesma para transporte e, conseqüentemente, a periodicidade de repasse

às CIFs.

Em uma aplicação real, estes possíveis fretes disponíveis deveriam ser confirmados junto a cada fornecedor e, então, registrados no formulário de entrada de dados (anexo 8) para posterior registro na bolsa de fretes.

Cabe aqui ressaltar que em uma aplicação real muitos transportadores informariam às CIFs sobre os fretes antes de serem contactados para confirmação. Neste caso, as informações feitas diretamente pelos fornecedores deveriam ser diretamente registradas no formulário para entrada de dados, dispensando a busca.

Em função das limitações inerentes a uma aplicação não real, esta aplicação experimental limitou-se à emissão do formulário de entrada de dados, à busca dos possíveis fretes disponíveis e ao registro dos mesmos sem confirmação junto aos fornecedores.

O SGCIF, através deste módulo, permite a emissão de um relatório de todos os fretes registrados na bolsa de fretes, que, de acordo com a presente aplicação experimental, está apresentado no anexo 10.

Os dados registrados neste módulo são básicos para a operação dos módulos rota ótima e fretes disponíveis.

4.7-Módulo Fretes Disponíveis

A aplicação experimental deste módulo consistiu em, tendo-se uma bolsa de fretes, efetuar uma seleção dos fretes em

consonância com restrições de alguns transportadores.

Conforme mencionado no capítulo 3, este módulo permite a apresentação das informações fornecidas atualmente pelas CIFs, apresentando porém, algumas extensões. Assim sendo, procurou-se fazer uso destas extensões através da simulação de diversas consultas de transportadores fictícios já cadastrados. Estas consultas estão descritas no anexo 11, bem como os relatórios gerados.

Verificou-se que as saídas geradas por este módulo apresentam informações concisas e extremamente fáceis de serem entendidas.

4.8-Módulo Malha Rodoviária

A verificação do correto funcionamento das rotinas deste módulo foi necessária, pois deste depende diretamente a perfeita operação do módulo Rota ótima.

Inicialmente procedeu-se o cadastramento dos dados constantes do anexo 3.2, que compreendem um modelo da rede rodoviária de Santa Catarina. A seguir foram efetuadas diversas operações de alteração, exclusão e consulta, a fim de comprovar o correto funcionamento.

No anexo 1.2 apresentam-se as saídas geradas por este módulo, que, por sua vez, apresentam os nós cadastrados e a relação dos vizinhos de cada nó, respectivamente.

4.9-Módulo Malha Rota ótima

A aplicação experimental deste módulo envolve o perfeito funcionamento de praticamente todos os outros, com exceção do Supervisor e Fretes Disponíveis. Para que se efetue a busca de uma rota que maximize o lucro do transportador são considerados os seguintes dados oriundos dos demais módulos:

- Dados cadastrais do transportador (módulo Cadastro de Transportadores);
- Características do caminhão do transportador (módulo Cadastro de Transportadores, submódulo Cadastro de Veículos);
- Malha rodoviária (módulo Rede Rodoviária);
- Fretes Disponíveis (módulo Bolsa de Fretes);
- Dados cadastrais dos fornecedores, para informar endereço aos transportadores que irão transportar as cargas (módulo Cadastro de Fornecedores).

Do módulo Interface do Usuário depende o acesso e a entrada dos demais dados, o que o torna imprescindível.

Para esta aplicação foram considerados, além dos dados citados, lidos diretamente dos arquivos do sistema, dados referentes a:

- ponto de origem;
- ponto de destino;
- tempo máximo de viagem;
- cidade ou cidades a se evitar no percurso;
- tipos de frete desejados para transporte.

Estes dados estão apresentados no anexo 13, separados por consulta. Foram consideradas três consultas, cada uma com características específicas.

Os resultados desta aplicação experimental estão apresentados no anexo 14.

A consulta de número 3 foi feita com o intuito de averiguar se o mecanismo de controle de rotas já selecionadas apresentaria um correto funcionamento. Verificou-se que a terceira rota solicitada não precisou ser selecionada, pois já o tinha sido para a segunda consulta.

As rotas que foram armazenadas pelo mecanismo de controle estão apresentadas no anexo 15.

Uma representação gráfica das rotas determinadas está apresentada no anexo 16.

4.10-Módulo Supervisor

No anexo 17 estão apresentadas as saídas geradas por este módulo, que são duas: relatório descritivo das atividades e tabela das medidas de desempenho. Estas saídas foram geradas a partir das operações efetuadas ao longo desta aplicação experimental.

Como o SGCIF está operando em modo mono-usuário e, portanto, considerando a existência de apenas uma CIF, estas saídas representam a situação de uma única CIF. Em função disto aparece nestas saídas o número "1", indicando que todas as informações apresentadas referem-se a uma única central.

Em uma aplicação real, suportado por um hardware multiusuário, o SGCIF pode ser alterado para gerar estas saídas apresentando a situação das diversas CIFs constantes do sistema, cada uma representada por um número.

4.11-Conclusão

Neste capítulo foi apresentada a descrição de uma aplicação experimental do SGCIF, bem como feitas referências às saídas e aos dados de entrada, apresentados como anexos.

Esta aplicação experimental compreendeu os testes finais deste protótipo que é o SGCIF.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1-Introdução

Neste capítulo são apresentadas, inicialmente, as sugestões para futuras pesquisas sobre o tema específico Automação de Centrais de Informação de Fretes. Em seguida são apresentadas as conclusões sobre o trabalho desenvolvido.

5.2-Sugestões

Este trabalho apresentou uma proposta de automatização de um sistema de CIFs através do desenvolvimento do software SGCIF, que é um software experimental, isto é, um protótipo de um software capaz de suportar um sistema de CIF real. O desenvolvimento do SGCIF se deu em um hardware monousuário, o que se apresenta como sua maior limitação. Isto porque um sistema de CIFs se caracteriza pela existência de centrais em pontos remotos, o que requer, em termos de automatização, um software multiusuário. Devem, então, ser feitas algumas modificações no software para suportar a utilização em modo multiusuário.

A apresentação gráfica da rota é um ponto não abordado no SGCIF, mas que seria de muita utilidade quando do informe de uma rota a um transportador. Isto significa dotar o SGCIF de um gerador gráfico para apresentação em vídeo, ou papel, do traçado

da rota na rede rodoviária. Com isto o caminhoneiro poderia seguir sua rota acompanhando-a pelo mapa (rede rodoviária).

A estimativa do custo operacional dos caminhões é feita de forma simplificada, conforme apresentada no anexo 6. Seria importante uma pesquisa mais aprofundada sobre esta estimativa, o que permitiria uma maior precisão na seleção da rota e, também, possibilitaria a informação aos transportadores sobre este custo.

5.3-Conclusões

As CIFs apresentam-se como solução para diversos problemas decorrentes do transporte rodoviário de cargas. A operacionalização atual destas centrais é manual, apresentando, em decorrência disto, incapacidade no atendimento da demanda, bem como informações aquém das que poderiam produzir.

Com a automatização é possível tornar um sistema de CIFs mais útil, fornecendo, além da localização dos fretes, sugestão de rotas que maximizam o lucro do transportador, sujeitando o traçado destas rotas a requisitos tais como: tipo do frete desejado, frete de retorno e cidades onde deseja passar.

Contudo, um cuidado especial deve ser tomado na implementação, pois trata-se de um problema difícil que exige o emprego de técnicas heurísticas para torná-lo viável. Este problema pertence à família de problemas cuja solução é propícia para a utilização de recursos de inteligência artificial, especialmente do algoritmo A*, cuja otimalidade já foi comprovada.

A utilização do SGCIF permite que um sistema de CIFs amplie sua oferta, pois com as operações automatizadas e com os novos serviços oferecidos, as CIFs podem atender a uma maior demanda.

Atendendo aos requisitos básicos de uma CIF e munido de uma interface de comunicação baseada em linguagem natural, o SGCIF completa as exigências de um software amigável ao usuário.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EMCATER. Manual de Implantação das Centrais de Informação de fretes. Florianópolis: 1981. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção)
- [2] LAPOLLI, E.M. Escolha de Rotas em Centrais de Informação de Fretes. Florianópolis, UFSC, 1988.
- [3] NILSON, N. J. Problem-Solving Methods in Artificial Intelligence. New York: McGraw-Hill, 1971.
- [4] TOWNSEND, C. Introduction to Turbo Prolog. California: Sypex, 1987.
- [5] VALENTE, Amir M. et. al. Centrais de Informação de Fretes: Uma Alternativa Para Reduzir Custos no Transporte Rodoviário de Cargas. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1988, Porto Rico, Anais...
- [6] WALKER, A. et al. Knowledge Systems and Prolog. New York, addison Wesley, 1987.
- [7] JACOB, J.P. Inteligência Artificial. Revista Brasileira de Telemática, Fev. 1987.
- [8] LUCENA, C. Inteligência Artificial e Engenharia de Software. Rio de Janeiro: Zahar, 1987.
- [9] ARARIBOIA, G. Inteligência Artificial: Um Curso Prático. Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- [10] SCHILDT, H. Advanced Turbo prolog. California: McGraw-Hill, 1987.
- [11] SOUZA, Antônio Artur, VALENTE, Amir M., BARCIA, R.M. SGCIF- Sistema Gerenciador de Centrais de Informação de Fretes Baseado em Inteligência Artificial. In: VI Congresso Brasileiro de Organização e Métodos-EXPOMICRO-89, 1989, São Paulo. Anais...
- [12] SOUZA, Antônio Artur, VALENTE, Amir M., BARCIA, R.M., RABUSKE, Renato M. Sistema Especialista para o gerenciamento de Centrais de Informação de Fretes. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 1989, Salvador. Anais ...
- [13] SOUZA, Antônio Artur, RABUSKE, Renato A., VALENTE, Amir M. Um Software Aplicativo para o Gerenciamento de Centrais de Informação de Fretes. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE INGENIARIA DE TRANSITO Y TRANSPORTE, 1990, Colômbia. Anais ...

- [14] DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM. MICERT-Manual para Implantação de Centros Rodoviários de Cargas e Fretes e Terminais Rodoviários de Carga, Rio de Janeiro, 1979.
- [15] SIMONS, G.L. Introdução á Inteligência Artificial. [S.L.]: Clássica Editora.
- [16] JUNIOR, F. Ayres. Trigonometria. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1973.
- [17] RABUSKE, R.A. Investigação de Esquemas Adaptativos Para Otimização de Heurísticas. Rio de Janeiro: UFRJ, 1980. Tese (Doutorado em Computação)
- [18] VALENTE, Amir M. et al. Centrais de Informação de Fretes: Uma Alternativa Para Reduzir Custos no Transporte Rodoviário de Cargas. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE INGENIARIA DE TRANSITO Y TRANSPORTE, 1988, Porto Rico. Anais ...
- [19] WANGENHEIM, Aldo V., RABUSKE, Márcia A. Uma Interface em Linguagem Natural de Aplicação Genérica : Estudos de Viabilidade e Implementação. Florianópolis: UFSC, [19__]. (Trabalho de Conclusão do Curso de Computação).
- [20] RELATÓRIO Parcial de Pesquisa-Centrais de Informações de Fretes. Florianópolis: NDTT, 1990.
- [21] RABUSKE, Márcia A. Uma Introdução à Teoria dos Grafos. Florianópolis: Ed. UFSC, [19__]. (no prelo).
- [22] GEIPOT. Estudo sobre o Transporte Rodoviário de Cargas. Brasília, 1984.
- [23] NETO THE, Jessé S. M. L. Um Sistema de Treinamento para Operadores de Reservatórios Baseado em Técnicos de Inteligência Artificial. Florianópolis: UFSC, 1988. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção)
- [24] GONZAGA, Clóvis G. Busca de Caminhos em Grafos e Aplicações. In: I Reunião de Matemática Aplicada, 1978, Rio de Janeiro.
- [25] RABUSKE, Márcia A. Linguagem Natural (XVII Curso Avançado em Sistemas de Computação-IBM Brasil). Rio de Janeiro, 1990. [Artigo não Publicado]
- [26] SAVADOSKY, Pedro. Introdução ao Projeto de Interfaces em Linguagem Natural. São Paulo: SID Informática-Projeto Extra, 1988.

- [27] SOUZA, Antônio Artur, RABUSKE, Renato A. Uma Aplicação De Inteligência Artificial no Gerenciamento de Centrais de Informação de Fretes. In: X ENEGEP, 1990, Belo Horizonte. Anais...
- [28] SOUZA, Antônio Artur, RABUSKE, Renato A. Uma Aplicação de Inteligência Artificial na Seleção e Controle de Rotas para Operações de Transporte Rodoviário de Cargas. In: IV Encontro Nacional da ANPET, 1990, Porto Alegre. Anais...
- [29] SOUZA, Antônio Artur, RABUSKE, Renato A. El Uso de Técnicas de Inteligência Artificial en la Selección de Rutas Rodoviarias. In: Las Primeras Jornadas de Ingeniería de Sistemas Informáticos y de Computación, 1990, Ecuador, Anais...
- [30] SOUZA, Antônio Artur, RABUSKE, Renato A. Otimização de Rotas em Transportes Rodoviário: Uma Viabilização Através de Heurísticas. In: XI Seminário ADUNESP de Guaratinguetá, 1990, Guaratinguetá. Anais...
- [30] GEMAEL, Camil. Trigonometria Esférica. Curitiba: DAEP, 1954.
- [31] CHRISTOFIDES, N. Graph Theory: An Algorithmic Approach. London: Academic Press, 1977.
- [32] NILSSON, N.J. Principles of Artificial Intelligence. California: Tioga Publishing Co., 1980.
- [33] CARVALHO, R. Lins de. O Processamento do Conhecimento e as Linguagens Lógicas. In: II SBIA, 1985, São José dos Campos. [Conferência Proferida]
- [34] WEISS, S.M., KULIKOWSKI, C.A. Guia Prático para Projetar Sistemas Especialistas. (Tradução Carlos D. Pavel), Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- [35] LEVINE, R.I., DRANG, D.E., EDELSON, B. Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas: Aplicação Práticas e Exemplos. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- [36] ROBERTS, Ralph. Turbo Prolog. Rio de Janeiro: LTC, 1988.
- [37] SCANIA. Seleção de Componentes: Onde e Como Aplicar a Linha T112. [198_]. (folheto)
- [38] BORLAND. Turbo Prolog 2.0: User's Guide. California, 1988.
- [39] BORLAND. Turbo Prolog 2.0: Reference Guide. California, 1988.
- [40] ROBINSON, Phillip R. Turbo Prolog: Guia do Usuário. São Paulo: McGraw_hill, 1988.

- [41] TOWNSEND, Carl. Técnicas Avançadas em Turbo Prolog. São Paulo: Campus, 1990.
- [42] MELLISH, C.S., CLOCKSIN, W.F. Programming in Prolog. Berlin: Springer-Verlag, 1987.
- [43] KELLER, Robert. Expert System Technolog: Developments & Applications. New Jersey: Prentice-Hall, 1987.
- [44] WINSTON, P. Henry. Artificial Intelligence. California, Addison-Wesley, 1984.
- [45] RAUCH-HINDIN, W.B. Artificial Intelligence in Business, Science, and Industry. New Jersey: Prentice-Hall, 1986, Vol 1.
- [46] SZWARCFITER, J. Luiz. Grafos e Algoritmos Computacionais. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
- [47] SAWYER, B., FOSTER, D.L. Programming Expert Systems in Pascal. New York: John Wiley & Sons Inc, 1986.
- [48] REVISTA CARGA. São Paulo: ETE, 1980-1990.

APÊNDICE 1

1-LINGUAGEM NATURAL EM COMPUTADOR

- 1.1-Introdução
- 1.2-Histórico
- 1.3-Interface Homem-Máquina Através da Linguagem Natural
- 1.4-Entendimento da Linguagem Natural
 - 1.4.1-Níveis de Linguagem
- 1.5-Gramática
 - 1.5.1-Noções Básicas
 - 1.5.2-Composição Estrutural da Frase
- 1.6-Técnicas Linguísticas
 - 1.6.1-A Gramática Livre de Contexto
 - 1.6.2-A Gramática Transformacional
 - 1.6.3-A Gramática de Rede de Transição e a Gramática de Rede de Transição Aumentada
 - 1.6.4-As Gramáticas de Caso
 - 1.6.5-A Gramática G1
- 1.7-Como Representar os Dados Relativos a uma Linguagem em computador
- 1.8-Processamento de Linguagem Natural
 - 1.8.1-Linguagem Natural Restrita
 - 1.8.2-Formas de Processamento de Linguagem Natural em Interfaces homem-máquina
 - 1.8.2.1-Analisador Estado-Máquina
 - 1.8.2.1.1-Exemplo de Implementação

1.8.2.2-Analisador Recursivo-Descendente Livre de Contexto

1.8.2.2.1-Exemplo de Implementação

1.8.2.3-Analisador Eliminador de Ruídos

1.8.2.3.1-Exemplo de Implementação

1.9-Seleção da Forma de Processamento

1.1-Introdução

Linguagem é todo sistema do qual é possível extrair uma significação, podendo servir como meio de comunicação [9]. De acordo com este amplo conceito, são consideradas como linguagens todos os sistemas de comunicação humanos ou não, naturais ou artificiais, verbais ou não verbais. Em toda linguagem encontramos elementos ou unidades que se combinam de uma determinada forma para produzir uma significação. Entre os humanos estes elementos variam conforme a forma de comunicação.

Dentre as diversas formas de comunicação empregadas pelos humanos, como por exemplo a fala, a escrita, a mímica e a simbologia, as que possuem maior abrangência são a fala e a escrita, constituindo a chamada linguagem natural, que compreende as diversas linguas humanas, como o Português e o Inglês.

O estudo científico a cerca da linguagem natural tem recebido enfoques variados no decorrer do tempo, o que evidencia a inexistência de conclusões definitivas sobre suas características, funcionamento e uso [9].

Com o surgimento das técnicas heurísticas e a chamada "Inteligência Artificial", vislumbra-se, nas ciências da computação, a possibilidade de gradativamente haver maior aproximação entre a linguagem humana e a dos computadores.

Verifica-se uma ênfase crescente em tornar o computador mais amigo dos usuários, isto é, mais capaz de conversar com seres humanos sem estes terem a necessidade de ser especialistas em computação. Um estratagema ótimo é o de desenvolver sistemas computacionais capazes de responder à linguagem humana - nas suas formas falada e escrita. Seria obviamente conveniente dizer a um computador o que fazer e receber depois os seus comentários orais sobre a praticabilidade da ordem (ou comando). A precisão de interfaces amigáveis do usuário que permitam este grau de comunicação bilateral é um objetivo central de muita investigação recente, em particular, é um objetivo chave do programa japonês de computadores de quinta geração [15].

O estudo sobre o processamento da linguagem natural, isto é, a compreensão da linguagem natural pelo computador, é um dos pontos centrais dos trabalhos em inteligência artificial. Diversos tipos de conhecimento estão envolvidos nesta tarefa, tais como estrutura de sentenças, o significado das palavras, modelagem de recepção de informações, regras de conversação e um extenso campo de conhecimentos gerais sobre o mundo (conhecimento pragmático).

Muitos avanços têm sido feitos, porém introduzir linguagem natural em sistemas computacionais não é uma tarefa elementar. Por enquanto, quando pensamos na implementação da fala, há problemas quase insolúveis. A forma como as pessoas falam, seu timbre, o encadeamento das palavras sem preocupação em distinguir início e fim das mesmas, tornam difícil seu aproveitamento, de forma plena, como meio de comunicação com o computador.

Mas, apesar das dificuldades, progressos espetaculares a respeito são relatados nas publicações científicas. Quanto à linguagem natural escrita, esta está bem mais próxima de ser equacionada como meio de comunicação homem-máquina. Contudo, isto ainda envolve problemas muito sérios, porque a separação entre as palavras numa frase não é o único problema. John Stuart Hill já afirmava: "A estrutura de cada sentença é uma lição em lógica". De fato, não podemos esquecer que não é possível colocar no computador toda a experiência acumulada por uma única pessoa, durante sua vida.

A linguagem natural envolve experiência, conhecimento, análise léxica, sintática e semântica, linguagem figurada, concordância, gênero, número e outros... As grandes dificuldades também não foram suficientes para que hoje não tivéssemos comercialmente disponíveis sistemas que recorrem à linguagem natural, especialmente como recurso na construção de interfaces de comunicação homem-sistema. Neste sentido, pode-se citar, também, as interfaces de comunicação com bases de dados.

A respeito do uso de linguagem natural tem-se notado que as pessoas são muito mais exigentes com o computador do que com o humano. Jacob [7] afirma: "Eu não gosto dos produtos de linguagem natural com limitações, o que não impede que eles tenham sucesso comercial"... Mas convenhamos que restrições há em qualquer área do conhecimento. Quantas vezes o próprio humano fornece informações equivocadas? Dá para admitir a mesma faixa de equívocos para o computador?

1.2-Histórico

Pouco tempo depois do aparecimento dos computadores, em 1940, tornou-se óbvio que eles encontrariam muitas aplicações em muitas áreas linguísticas. A capacidade do computador na manipulação de símbolos permitia-lhe a compilação de índices a partir de textos, e a geração de concordâncias (índices que incluíam uma linha de contexto por cada entrada). Estas tarefas eram computacionalmente simples, requerendo apenas que o computador contasse e organizasse os dados de determinadas maneiras. Não demorou muito para que se percebesse que os computadores podiam executar tarefas mais ambiciosas.

A tradução por computador foi uma das primeiras áreas de aplicação do tratamento computacional sobre os problemas de linguística; sendo apresentada em 1949 por Weaver. A proposta consistia em armazenar-se um dicionário bilingue e regras de sintaxe dos idiomas em área de memória. Assim a tradução consistiria na leitura de frases em uma língua e após um simples processamento de trocas de palavras por seus respectivos sinônimos com a aplicação de regras gramaticais na língua destinatária. Esperava-se que uma tradução perfeita pudesse assim ser obtida. Este conceito foi abandonado quando experimentos neste campo falharam drasticamente.

Hoje a maior esperança na viabilização computacional da linguagem natural está nas redes neurais.

1.3-Interface Homem-Máquina Através da Linguagem Natural

Nos itens anteriores foram apresentados pontos básicos sobre Linguagem Natural, mas não foram apresentadas as razões dos interesses em pesquisas nesta área de estudos da chamada Inteligência Artificial.

Além das razões bastante óbvias, de interesse puramente de campos como a linguística, de se estudar e compreender as formas como os seres humanos se comunicam e representam o seu conhecimento de fatos e idéias, as quais têm muito pouca relação com um interesse mais imediato em computação, que outras justificativas haveria para se partir em busca de formas de implementar e representar formas humanas de comunicação?

Essa pode parecer ser uma questão de méritos puramente filosóficos, mas não o é, pois, na realidade, está na raiz do fato de se despender ou não energias e recursos no sentido de buscar uma solução ao problema, que, como já deve ter sido possível perceber, absolutamente não é dos mais simples.

A justificativa reside na usabilidade dos programas de computador. Existe uma tendência atual, ainda não muito aplicada no Brasil, de tornar os programas utilitários mais simpáticos a quem os usa. Esta tendência é bastante visível nas interfaces gráficas que muitos programas comercializados atualmente apresentam (inclusive linguagens de programação usando essa filosofia, como o Smalltalk, por exemplo). Nestas o usuário interage através de janelas, ícones, menus, desenhos apontados com "mouse" e ambientes de comunicação, visando tornar menos monótona e desgastante

tante a operação destes utilitários. É fácil imaginar o descontentamento de alguém que trabalha com um programa como ferramenta de trabalho e que tenha que passar o dia todo em frente a um terminal de computador, onde a tela é totalmente pobre em termos de comunicação visual, e onde as opções são inseridas (lidas pelo computador) através da digitação de códigos alfabéticos. Provavelmente após alguns meses esta pessoa passará a odiar seu trabalho.

Dentro desta filosofia, muitas pesquisas sobre Linguagem Natural dentro da área da Inteligência Artificial visam o desenvolvimento de técnicas que possibilitem o uso de interfaces mais amigáveis aos usuários. Neste sentido, espera-se seja possível, em pouco tempo, que os usuários digam ao computador o que desejam utilizando para isso sua própria linguagem.

Uma outra aplicação para os estudos sobre Linguagem Natural é a recuperação de informações: você possui uma quantidade imensa de textos, livros, etc sobre uma coleção de temas e precisa saber onde encontrar informações acerca de um determinado assunto. Um sistema de recuperação de informações seria um sistema capaz de indicar onde, entre centenas de artigos, encontrar informações relacionadas a uma questão formulada pelo usuário. Obviamente não espera-se que a máquina seja capaz de chegar a conclusões originais a respeito do que está escrito nesta coleção de informações. O que se pretende é que seja capaz de fazer uma representação interna de uma pergunta ou um tema suficientemente suscinta e manipulável de forma a manipular a identificação de coisas a ele relacionadas, tudo expresso em textos em Linguagem Natural.

Essas questões parecem, a princípio, bastante utópicas. E realmente o são. O processamento de Linguagem Natural não é ainda um problema resolvido.

1.4-Entendimento da Linguagem Natural

Sob o ponto de vista de implementação computacional de uma interface homem-máquina, através de linguagem natural, a estrutura de uma linguagem natural é analisada tomando-se sua gramática e um processo de codificação para captar o significado pretendido (a análise sintática). A gramática como é entendida em inteligência artificial, é um esquema para combinação de palavras, de acordo com regras de sintaxe para formação correta de frases. Existem, atualmente, um número muito grande de gramáticas em experiência no processamento de linguagem natural.

1.4.1-Níveis de Linguagem

O processamento da linguagem natural toma lugar em muitos níveis diferentes, correspondendo, de uma forma mais ou menos grosseira, aos diferentes aspectos da linguagem. Dificuldades nós vamos encontrar em cada um dos níveis, bem como na interação entre eles.

O nível léxico envolve o tipo de informação normalmente encontrada em dicionários, qual seja, a definição das palavras que são utilizadas na formação de frases e sentenças.

A sintaxe trata puramente da formação estrutural das sentenças.

A semântica, palavra que hoje em dia significa exatamente "significado" corresponde, em termos gramaticais, à estrutura sentencial, ou, em outras palavras, à justaposição das palavras individualmente.

O próximo nível é o de discurso. O seu domínio é intersentencial, levando em conta como as sentenças se encaixam no contexto do diálogo ou texto.

O último nível, a pragmática, leva em conta todo o resto: não somente um contexto linguístico, mas o total da experiência humana.

Tradicionalmente, em linguística, esses níveis são estudados separadamente, e, em linguística computacional, normalmente são implementados como componentes separados, mas interagindo entre si.

1.5-Gramáticas

1.5.1-Noções Básicas

O termo gramática tem várias acepções de acordo com a teoria linguística considerada e, às vezes, dentro de uma mesma teoria. Entende-se por gramática o conjunto de regras que permitem organizar as palavras de uma linguagem em frases. Gramática refere-se ao sistema finito de regras que o falante de uma língua interiorizou, na maioria das vezes, inconscientemente, e que lhe

permite entender e produzir frases dessa língua [9].

1.5.2-Composição Estrutural da Frase

Em geral uma frase é constituída de sintagma nominal seguido de sintagma verbal. O sintagma nominal exerce a função de nome e o sintagma verbal a função de verbo. O termo sintagma significa pura e simplesmente agrupamento. Assim, sintagma nominal é um agrupamento de palavras que exerce a função de um nome, e sintagma verbal é um agrupamento de palavras que exerce a função de um verbo. Podemos apresentar esta idéia através de uma regra de reescrita ou regra estrutural frasal:

FRASE ---> SINTAGMA_NOMINAL, SINTAGMA_VERBAL

Cada falante da língua possui um conjunto de regras como está em sua mente. Gramática é, pois, um sistema de regras que gera, produz frases (sintaxe) e que especifica a correspondência entre a forma da frase e o significado (semântica). Assim, pensa-se que os fenômenos formais, sintáticos, semânticos e pragmáticos estão estreitamente ligados num funcionamento global, e que é o conjunto de regras que descreve este funcionamento total que constitui a gramática da linguagem. Daremos, agora, uma primeira noção dos novos termos que foram utilizados.

Sintaxe é o estudo dos princípios e processos de acordo com os quais se constroem as frases da linguagem. A sintaxe tem também um caráter criativo, pois ela é responsável pelas regras

que geram todas as frases da linguagem. A regra de reescrita, que foi mencionada anteriormente, faz parte do componente sintático da gramática.

Ao estudo das relações de significado/sentido entre as palavras da frase e das frases entre si, dá-se o nome de semântica. O componente semântico da gramática é constituído de um sistema de regras que define a interpretação das frases.

1.6-Técnicas Linguísticas

As técnicas linguísticas foram desenvolvidas com o objetivo de tentar compreender o fenómeno da produção de locuções em uma língua qualquer, sendo que todas elas podem ser implementadas em computador e se prestam, cada qual, a finalidades diferentes.

Alguns dos principais dispositivos que existem para dar corpo às restrições são:

- A gramática livre de contexto;
- A gramática transformacional;
- A gramática de rede de transição e a gramática de rede de transição aumentada;
- As gramáticas de casos.

1.6.1-A Gramática Livre de Contexto (GLC)

Segundo esta gramática, uma sentença é analisada somente nos níveis léxico, sintático e semântico.

Este tipo de gramática é muito usado na análise de linguagens de programação, durante a compilação de programas.

Uma extensa teoria foi desenvolvida para a implementação de analisadores assim obtidos, que além de seu sucesso comercial, requerem que consideremos também seu uso para interfaces em linguagem natural [26].

Considere, por exemplo, as seguintes produções:

$$A \rightarrow BC$$

$$A \rightarrow a$$

onde A , B e C são não-terminais e a é um terminal. O nome livre de contexto vem desta propriedade de podermos substituir o não-terminal A em uma forma sentencial xAy qualquer, pelo par BC obtendo a forma sentencial $xBCy$. As cadeias x e y são o contexto do qual a substituição está livre.

Pode-se representar estas produções pela regra:

Se x é de categoria B e y é de categoria C , então xy é de categoria A .

Nesta forma, x e y denotam pedaços de uma forma sentencial xy e categoria B denota o conjunto de expressões produzidas pelo não-terminal B .

Um teorema da teoria de GLC diz que toda GLC com produções tendo um número finito de não-terminais à direita pode ser convertida numa GLC equivalente com somente dois não-terminais à

direita de cada produção, pela introdução de não-terminais extras. Esta forma é chamada de forma normal de Chomsky [26].

1.6.2-A Gramática Transformacional

Este termo refere-se à teoria da linguagem de Noam Chomsky (1957), na qual uma locução é caracterizada por ser a manifestação de significado (sentido) de uma estrutura básica que representa o significado da sentença, passível de mutações.

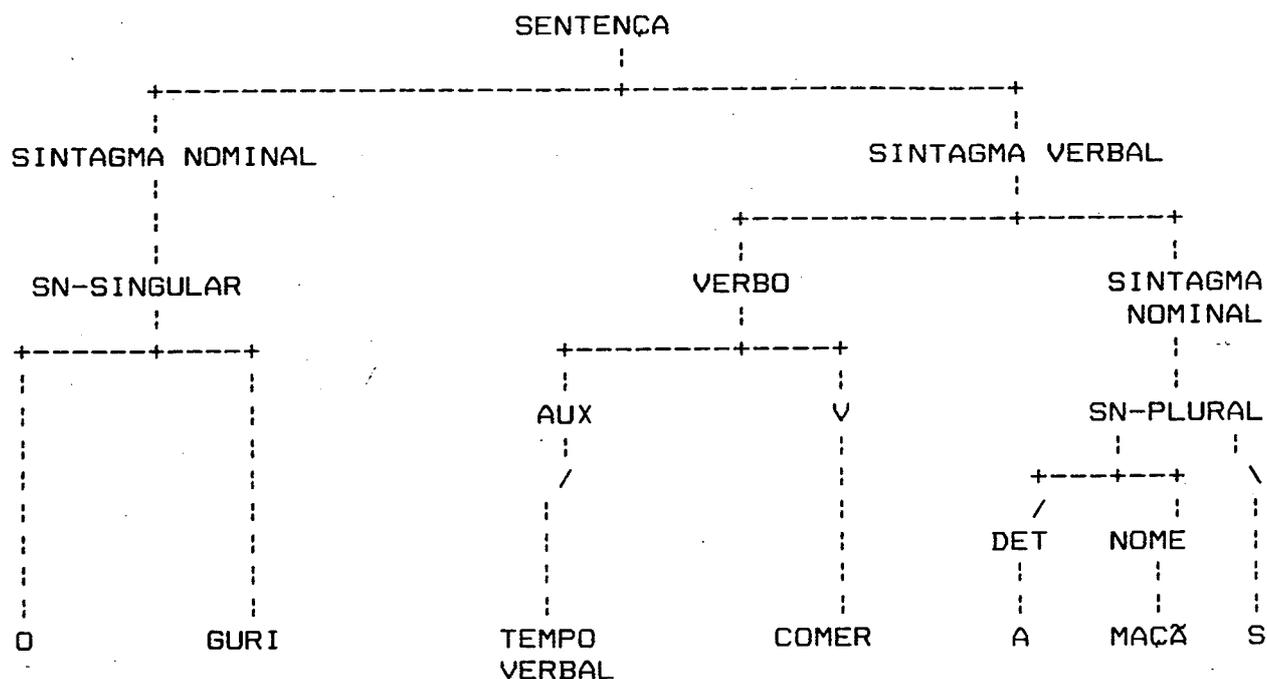
A teoria assume que uma gramática adequada para uma linguagem natural deve ser uma declaração de comprimento finito, capaz de dar conta de todo o infinito número de sentenças possíveis em uma linguagem; e dar a cada sentença uma descrição estrutural que captura o conhecimento implícito da linguagem de um usuário.

Segundo esta teoria, a gramática é um sistema formal de regras, mas não é pretendido que o funcionamento deste sistema reflita a forma como as pessoas falam e compreendem sentenças. A teoria propõe um modelo de conhecimento abstrato, não de comportamento humano.

Foi rejeitada a gramática sensível ao contexto como um possível instrumento para esta finalidade, por tornar a descrição da linguagem muito rebuscada e complexa, por ligar estruturas idênticas à sentenças de significado bem diferentes e por não ter capacidade de identificar sentenças com estruturas diferentes mas com significados semelhantes ou iguais.

Segundo Chomsky, as gramáticas deveriam ter uma estrutura tripartite: a primeira parte seria uma gramática-de-estrutura-de-frase que gera cadeias de morfemas representando sentenças simples em voz ativa e declarativa. A segunda, um conjunto de regras transformacionais, que rearranja as cadeias e adiciona ou elimina morfemas para a obtenção de toda variedade de sentenças. Finalmente, uma sequência de regras morfo-fonêmicas que haveriam de mapear cada representação de sentenças para uma cadeia de fonemas ou caracteres.

Suponha uma gramática de estrutura de frase que produz a árvore de derivação abaixo:



Para gerar "O guri comeu as maçãs", seriam aplicadas transformações mapeando TEMPO+"comer"+PASSADO, uma regra morfo-fonêmica mapearia então "comer"+PASSADO para comeu. Outras regras seriam aplicadas para o caso de voz passiva.

1.6.3- A Gramática de Rede de Transição e a Gramática de Rede de Transição Aumentada

O conceito de Rede de Transição Aumentada evoluiu do diagrama de estados finitos (autômatos finitos), com a adição de testes e ações de "efeito colateral" em cada arco. Uma Rede de Transição Aumentada pode ser vista tanto como um formalismo gramatical quanto como uma máquina [19].

Os diagramas de estados finitos somente podem reconhecer sentenças pertencentes à linguagens regulares, sendo impossível construir um que reconheça sequer uma gramática livre de contexto. Adicionando um mecanismo de recursão neste diagrama de estados finitos torna-se possível o reconhecimento de um subconjunto de gramáticas livres de contexto. Com isso eles passam a se chamar rede de transição recursiva. Esta constitui-se em um autômato finito que rotula arcos também com símbolos não-terminais, que dão nome a sub-redes, às quais o controle do analisador de sentenças é temporariamente dado [25].

Uma Rede de Transição Aumentada é uma Rede de Transição Recursiva estendida de três formas :

- a) Adicionando um conjunto de registradores;
- b) Além de serem rotulados por classes gramaticais ou construções sintáticas, os arcos são associados a testes arbitrários, os quais devem ser satisfeitos antes que o arco é considerado;
- c) Certas ações podem ser associadas a determinados arcos para serem executadas toda vez que eles são considerados.

Estas adições estendem o poder das Redes de Transição Aumentadas ao de uma Máquina de Turing, tornando-as, teoricamente poderosas o suficiente para reconhecer qualquer linguagem possível de ser reconhecida por computador. Como a criação das ATNs baseou-se preponderantemente no processo de análise sintática orientada para processamento de linguagens naturais por computadores, por esta razão não existe uma teoria linguística formal para elas [25].

1.6.4-As Gramáticas de Casos.

As sentenças apresentam papéis temáticos exercidos pelos componentes frasais, como por exemplo o Sintagma Nominal. Na sentença "Carlos destruiu o computador com um martelo", Carlos é o agente, o computador é o objeto temático e o martelo é o instrumento.

Os sistemas de casos, como utilizados hoje em dia, são descendentes diretos do CASO, como ocorre nas gramáticas tradicionais. O caso de um substantivo ou adjetivo é indicado por uma terminação inflexional, indicando sua função na sentença. O latim possui, por exemplo, 6 casos : nominativo, genitivo, acusativo, dativo, ablativo e vocativo. Os casos permitem dar o significado independente da ordem. Línguas como o Alemão e o Russo preservam os casos. Em português, a função dos casos é exercida pelas preposições que precedem os sintagmas nominais : "do povo, pelo povo, para o povo" [25].

É importante para a teoria que o número de casos seja pequeno. Os seguintes casos foram propostos, por Fillmore em 1971 [19]:

Agente	---	>	O instigador do evento.
Contra-agente	---	>	A força ou resistência contra a qual a ação é executada.
Objeto	---	>	A entidade cuja existência está em consideração.
Resultado	---	>	A entidade que adquire existência como fruto da ação.
Instrumento	---	>	O estímulo ou causa física imediata de um evento.
Fonte	---	>	O lugar de onde algo se move.
Propósito	---	>	O lugar para onde algo se move.
Experimentador	---	>	A entidade que percebe, recebe, aceita e sofre o efeito de uma ação.

Para os verbos foi proposta uma "estrutura de caso", como por exemplo, o verbo "abrir" teria a seguinte estrutura :

(objeto (instrumento) (agente))

indicando que o "objeto" está na estrutura profunda da sentença, enquanto "instrumento" e "agente" são omissíveis [19].

Para representar as estruturas de casos em computador, pode-se recorrer a redes semânticas em que os predicados e argumentos seriam nós e as relações entre os casos seriam arcos entre estes nós [25].

1.6.5-A Gramática G1

A gramática G1 é uma adaptação da "G1 Grammar" [10], desenvolvida para a língua inglesa. Para sua adequação ao Português são necessárias inversões na sequência original permitida em que as palavras aparecem. Este é o caso, por exemplo, dos adjetivos. Esta gramática é constituída de uma sintaxe simples e é empregada como regra básica nos analisadores para verificação de associação válida de palavras contidas em frases.

A gramática G1 baseia-se em regras gerais como as apresentadas a seguir [23]:

- Todos os adjetivos deverão vir após um substantivo ao qual dão qualificações;
- Todos os advérbios deverão seguir um verbo, ao qual modificam;
- Todas as frases deverão ser finalizadas com um ponto;
- Todas as sentenças são declarativas e não interrogativas;
- Todas as sentenças são constituídas de um único período.

Esta gramática necessita também de um vocabulário associando cada palavra ao seu tipo (substantivo, verbo, adjetivo, etc).

1.7-Como Representar os Dados Relativos a uma Linguagem em Computador

No processamento de linguagem natural, assim como em todas as aplicações de inteligência artificial, é necessária uma grande quantidade de conhecimentos e certos mecanismos para mani-

pulá-lo.

Esse conhecimento se apresenta de duas formas: uma implícita na própria estrutura do programa de inteligência artificial; outra explícita, na base de dados do programa, onde estará o dicionário do sistema e os recursos para análise semântica, de discurso e pragmática. A forma de representação dos dados relativos a uma linguagem pode ser feita de várias maneiras, sendo que, das representações comumente empregadas neste tipo de problema, as que têm apresentado melhores resultados são:

- a) Representação Lógica - Permite deduzir novas informações a partir de fatos desconhecidos.
- b) Representação Procedimental - Os dados acerca do mundo são formulados em termos de uma sequência de transformações, codificadas em procedimentos que especificam como os dados devem ser manipulados.
- c) Sistemas de Produção - Codificam o conhecimento através do uso de regras do tipo SE ((condição for verdadeira)) ENTÃO FAÇA ((determinado procedimento)).
- d) Redes Semânticas e Frames - Representação em grafos onde os nós representam objetos ou situações e os arcos indicam as relações entre eles.

1.8-Processamento de Linguagem Natural

Processamento de Linguagem Natural consiste no entendimento, por parte do computador da Linguagem Natural, ou seja, da forma de comunicação humana falada e escrita.

A meta principal do Processamento de Linguagem Natural dentro das pesquisas sobre interfaces homem-máquina é fazer com que o computador responda aos comandos de um usuário (humano) sem que este precise seguir uma sintaxe pré-definida. Isto significa que um Sistema de Processamento de Linguagem Natural torna possível o uso de computadores por usuários neófitos, uma vez que descarta a necessidade de aprendizado de uma sintaxe específica e geralmente muito limitada e rígida. Em suma, pode-se definir um sistema de processamento de linguagem natural em interfaces homem-máquina como um intérprete da linguagem humana para a linguagem do computador.

Assim como existe uma grande diferença entre o aprendizado humano da linguagem falada e escrita, o processamento destas duas formas da linguagem humana diferem em muito. Tratando-se de processamento de linguagem natural falada, as dificuldades de processamento são, com a atual tecnologia, muito grandes. A abordagem do presente trabalho concentra-se especialmente no processamento da linguagem natural escrita, um pouco mais fácil de ser tratada.

1.8.1-Linguagem Natural Restrita

Devido às dificuldades encontradas, o processamento de linguagem natural usado em muitas interfaces de sistemas especialistas fazem uso do que se convencionou chamar de linguagem natural restrita ou sub-linguagem natural. Esta é um modelo, isto é, uma representação simplificada de uma linguagem natural, muito mais

fácil de implementar e, se especificada corretamente, pouco deixa a desejar. Este recurso foi desenvolvido em diversos programas já na década de 60. Entre os mais conhecidos cita-se o Elisa, o Student e o SAD-SAM, entre outros [10].

1.8.2-Formas de Processamento de Linguagem Natural em Interfaces Homem-Máquina

Um sistema de processamento de linguagem natural está fundamentado em um analisador de sentenças (parser), que efetua uma análise em cada palavra buscando extrair um significado para a sentença.

Um analisador de sentenças deve efetuar a análise conforme os níveis de linguagem já descritos anteriormente. Para isto é necessário, então, um analisador para cada um destes níveis:

- Analisador Léxico
- Analisador Sintático
- Analisador Semântico
- Analisador de Discurso
- Analisador Pragmático

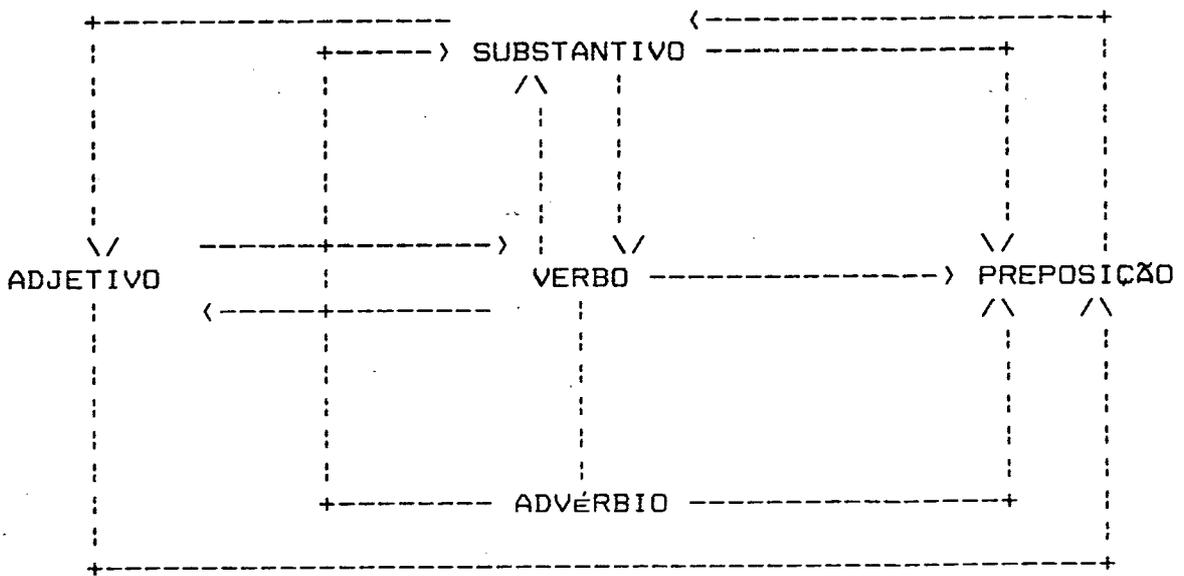
A seguir são apresentadas três formas de processamento de linguagem natural em interfaces, conforme apresentado em [10]:

- Analisador Estado-máquina de LN (State-machine parser);
- Analisador Recursivo-descendente Livre de Contexto (Context-free Recursive-Descendent NLP Parser);
- Analisador Eliminator de Ruídos (Noise Disposal Parser);

Todas as proposições representam regras que de alguma forma captam a informação que se deseja obter, ou o comando a ser realizado. Adicionalmente a estas regras, é essencial um vocabulário condicionando palavras a seu contexto, o que dependerá do esquema adotado.

1.8.2.1-Analisador Estado-Máquina

A mudança de estado, a que se refere este item, é a da passagem do estado de uma sentença a outro pela adição de mais uma palavra. Este parser se utiliza de um grafo direcionado para verificar se as transições de estado são válidas conforme mostra a figura a seguir.



Transições de estado válidas no parser Estado-máquina

O analisador Estado-máquina é ideal para algumas aplicações de recuperação de informações em bases de dados e JCLs

(Job-Control Languages), devido aos poucos tipos de frases utilizados e poucas variações de estados a analisar.

No entanto há desvantagens nesta alternativa, tais como:

- Necessita de muitas cláusulas para efetuar uma transição de estados;
- Não registra como atingiu um estado em particular;
- Serve apenas para verificar se um comando ou frase foi fornecido corretamente, e se as palavras empregadas estão em seu vocabulário.

Este analisador trata uma sentença nos níveis léxico e sintático.

1.8.3.1-Exemplo de Implementação

```

/* analisador Estado-Máquina */
domains
  i=integer
  s=string
  sy=symbol
database
  palavra(sy,sy)
  estado(sy)
predicates
  proxima_palavra(s,s,sy)
  comprimento_palavra(s,i,i)
  interprete(s)
  retire_espaco(s,s)
  processe(sy,sy)
  inicio
  expurgo
/* carrega um pequeno vocabulário */
goal
  assert(palavra(substantivo,porta)),
  assert(palavra(substantivo,janela)),
  assert(palavra(substantivo,casa)),
  assert(palavra(substantivo,crianca)),
  assert(palavra(verbo,tem)),
  assert(palavra(verbo,corre)),
  assert(palavra(verbo,joga)),
  assert(palavra(adjetivo,grande)),
  assert(palavra(adverbio,rapidamente)),
  assert(palavra(preposicao,em)),

```

```

assert(palavra(preposicao,para)),
assert(palavra(artigo,o)),
assert(palavra(artigo,a)),
assert(palavra(artigo,um)),
assert(palavra(artigo,uma)),
/* inicializa o database transição de estado */
assert(estado(nulo)),
inicio.
clauses
inicio:-
    makewindow(9,7,7,"Diálogo",0,0,25,80),
    write("entre com a sentença : "),
    readln(S),
    interprete(S),!,
    write("sentença correta !!!"),nl,
    expurgo.
inicio:-
    expurgo.
/* verifica a próxima palavra no estado corrente */
interprete(S):-
    proxima_palavra(S,S2,P),
    estado(X),!,
    processe(P,X),!,
    interprete(S2).
interprete(S):-
    frontchar(S,Ch,_),
    Ch=' '.
/* obtém a próxima palavra da sentença corrente */
proxima_palavra(S,S2,P):-
    comprimento_palavra(S,Cont,0),!,
    Cont>0,
    frontstr(Cont,S,P,S1),
    retire_espaco(S1,S2),!.
/* calcula o comprimento da primeira palavra da sentença */
comprimento_palavra(S,Cont,C):-
    frontchar(S,Ch,S1),
    Ch()' ',
    Ch()' ',
    C1=C+1,
    comprimento_palavra(S1,Cont,C1).
comprimento_palavra(_,Cont,Cont).
/* remove todos os espaços em branco do início da sentença res-
tante*/
retire_espaco(S1,S3):-
    frontchar(S1,Ch,S2),
    Ch=' ',
    retire_espaco(S2,S3).
retire_espaco(S1,S1).
/* processa a nova palavra no estado corrente*/
/* processa a nova palavra se for artigo para qualquer estado*/
processe(P,_):-
    palavra(T,P),
    T=artigo,!.
/* processa a nova palavra se o estado corrente for nulo*/

```

```

processe(P,nulo):-
    palavra(T,P),
    asserta(estado(T)),!.
/* processa a nova palavra se o estado corrente for substantivo*/
processe(P,substantivo):-
    palavra(preposicao,P),
    asserta(estado(preposicao)),!.
processe(P,substantivo):-
    palavra(verbo,P),
    asserta(estado(verbo)),!.
processe(P,substantivo):-
    palavra(adjetivo,P),
    asserta(estado(adjetivo)),!.
/* processa a nova palavra se o estado corrente for verbo*/
processe(P,verbo):-
    palavra(preposicao,P),
    asserta(estado(preposicao)),!.
processe(P,verbo):-
    palavra(substantivo,P),
    asserta(estado(substantivo)),!.
processe(P,verbo):-
    palavra(adjetivo,P),
    asserta(estado(adjetivo)),!.
processe(P,verbo):-
    palavra(adverbio,P),
    asserta(estado(adverbio)),!.
/* processa a nova palavra se o estado corrente for advérbio*/
processe(P,adverbio):-
    palavra(preposicao,P),
    asserta(estado(preposicao)),!.
processe(P,adverbio):-
    palavra(substantivo,P),
    asserta(estado(substantivo)),!.
/* processa a nova palavra se o estado corrente for adjetivo*/
processe(P,adjetivo):-
    palavra(preposicao,P),
    asserta(estado(preposicao)),!.
processe(P,adjetivo):-
    palavra(verbo,P),
    asserta(estado(preposicao)),!.
/* processa nova palavra se o estado corrente for preposição*/
processe(P,preposicao):-
    palavra(substantivo,P),
    asserta(estado(substantivo)),!.
/* processa nova palavra se ela for desconhecida pelo sistema,ou
se nao respeitar a gramatica G1*/
processe(P,X):-
    palavra(_,P),
    write("a palavra ",P," nao pode suceder um ",X," ."),nl,
    !,fail.
processe(P,_):-
    not(palavra(_,P)),
    write("a palavra ",P," e' desconhecida."),
    nl,! ,fail.

```

```

/* limpa o database estado e o database palavra*/
expurgo:-
    retract(estado(_)),fail.
expurgo:-
    retract(palavra(_,_)),fail.

```

1.8.2.2-Analisador Recursivo-Descendente Livre de Contexto

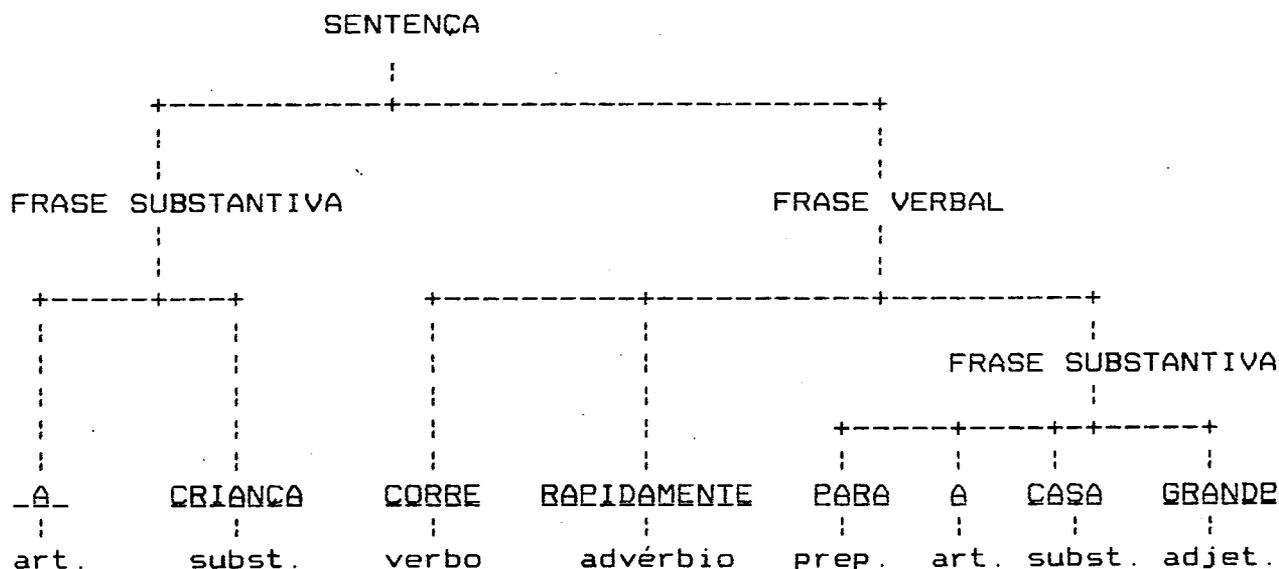
Este tipo de parser usa regras de produção para analisar uma sentença. Esta é composta por vários itens, os quais por sua vez são compostos por outros itens. A sentença é sucessivamente quebrada até que se atinja seus elementos atômicos: substantivos, adjetivos, verbos, preposições, artigos e advérbios.

Usando esta idéia, pode-se escrever as regras gramaticais da gramática G1 como no quadro abaixo. A frase substantiva é definida recursivamente por uma cláusula preposicional. A frase verbal é indiretamente recursiva porque ela é composta por um verbo e uma frase substantiva.

Frase Composta	Frases Componentes
Sentença	Frase Substantiva + Frase Verbal
Frase Substantiva	Artigo + Substantivo Artigo + Substantivo + Adjetivo Preposição + Frase Substantiva
Frase Verbal	Verbo + Frase Substantiva Verbo + Advérbio + Frase Substantiva Verbo + Advérbio Verbo

Regras gramaticais para a gramática G1

Aplicando estas regras sobre uma sentença, obtém-se a estrutura da figura abaixo. As regras gramaticais formam uma pequena árvore. Esta árvore é frequentemente chamada de árvore de interpretação, porque ela representa a maneira como o analisador vê a sentença.



Árvore de interpretação de uma sentença pelas regras gramaticais da gramática G1

Um analisador que gera este tipo de árvore de interpretação é chamado de Livre de Contexto porque a árvore não é construída sobre cada elemento básico (substantivo, verbo, etc), mas sobre frases livres de contexto, desde que cada frase internamente seja composta de outras frases estruturadas de acordo com as regras gramaticais apresentadas.

As principais vantagens deste analisador são:

- Fácil de implementar em PROLOG;
- Manipula a sentença em todos os níveis de palavra até a frase;
- Registra o histórico da dissecação.

Possui como maior desvantagem o fato de ser difícil sua construção a medida que o subconjunto da linguagem cresce.

1.8.2.2.1-Exemplo de Implementação

```

/* analisador recursivo-descendente livre de contexto que guarda
   as frases componentes de uma sentença em forma de listas */
domains
  sy=symbol
  s=string
  i=integer
  lista=sy*
database
  palavra(sy,sy)
predicates
  proxima_palavra(s,s,sy)
  comprimento_palavra(s,i,i)
  interprete(s)
  retire_espaco(s,s)
  inicio
  frase_substantiva(s,s,lista)
  frase_verbal(s,s,lista)
  fim_da_sentenca(s)
  concatene(lista,lista,lista)
  expurgo
/* carrega um pequeno vocabulário */
goal
  assert(palavra(substantivo,porta)),
  assert(palavra(substantivo,janela)),
  assert(palavra(substantivo,casa)),
  assert(palavra(substantivo,crianca)),
  assert(palavra(verbo,tem)),
  assert(palavra(verbo,corre)),
  assert(palavra(verbo,joga)),
  assert(palavra(adjetivo,grande)),
  assert(palavra(adverbio,rapidamente)),
  assert(palavra(preposicao,em)),
  assert(palavra(preposicao,para)),
  assert(palavra(artigo,o)),
  assert(palavra(artigo,a)),
  assert(palavra(artigo,um)),
  assert(palavra(artigo,uma)),
  inicio,
  expurgo.
clauses
  inicio:-
    makewindow(9,7,7,"Diálogo",0,0,25,80),
    write("entre com a sentença : "),
    readln(S),
    interprete(S),!,
    write("sentença correta !!!"),nl,

```

```

expurgo.
inicio:-
    write("sentença com erro de sintaxe ou"),nl,
    write("existe alguma palavra desconhecida"),nl.
/* interpreta uma sentença */
interprete(S):-
    frase_substantiva(S,S2,FS),
    write("a frase substantiva : ",FS),nl,
    frase_verbal(S2,S3,FV),
    write("a frase verbal : ",FV),nl,
    fim_da_sentenca(S3).
/* encontra a frase substantiva e a frase verbal */
/* frase substantiva sem adjetivo */
frase_substantiva(S,S2,FS):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(artigo,P),
    proxima_palavra(S1,S2,P2),
    palavra(substantivo,P2),
    concatene([P],[P2],FS),
    proxima_palavra(S2,_,P3),
    not(palavra(adjetivo,P3)).
/* frase substantiva com adjetivo*/
frase_substantiva(S,S3,FS):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(artigo,P),
    proxima_palavra(S1,S2,P2),
    palavra(substantivo,P2),
    proxima_palavra(S2,S3,P3),
    palavra(adjetivo,P3),
    concatene([P],[P2],L),
    concatene(L,[P3],FS).
/* frase substantiva com preposição*/
frase_substantiva(S,S2,FS):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(preposicao,P),
    frase_substantiva(S1,S2,FS2),
    concatene([P],FS2,FS).
/* frase verbal com advérbio e com frase substantivo*/
frase_verbal(S,S3,FV):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(verbo,P),
    proxima_palavra(S1,S2,P2),
    palavra(advérbio,P2),
    frase_substantiva(S2,S3,FS1),
    concatene([P],[P2],L),
    concatene(L,FS1,FV).
/* frase verbal sem advérbio e com frase substantiva*/
frase_verbal(S,S2,FV):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(verbo,P),
    frase_substantiva(S1,S2,FS1),
    concatene([P],FS1,FV).
/* frase verbal com advérbio e sem frase substantiva*/
frase_verbal(S,S2,FV):-

```

```

    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(verbo,P),
    proxima_palavra(S1,S2,P2),
    palavra(adverbio,P2),
    concatene([P],[P2],FV).
/* frase verbal sem advérbio e sem frase substantiva*/
frase_verbal(S,S1,FV):-
    proxima_palavra(S,S1,P),
    palavra(verbo,P),
    concatene([], [P],FV).
/* verifica se a sentença já terminou*/
fim_da_sentenca("").
fim_da_sentenca(S):-
    frontchar(S,Ch,_),
    Ch='.'.
/* obtém a próxima palavra da sentença corrente*/
proxima_palavra(S,S2,P):-
    comprimento_palavra(S,Cont,0),!,
    Cont>0,
    frontstr(Cont,S,P,S1),
    retire_espaco(S1,S2),!.
/* calcula o comprimento da primeira palavra da sentença */
comprimento_palavra(S,Cont,C):-
    frontchar(S,Ch,S1),
    Ch(' '),
    Ch(' '),
    Ci=C+1,
    comprimento_palavra(S1,Cont,C1).
comprimento_palavra(_,Cont,Cont).
/* remove todos os espaços em branco do início da sentença res-
tante*/
retire_espaco(S1,S3):-
    frontchar(S1,Ch,S2),
    Ch=' ',
    retire_espaco(S2,S3).
retire_espaco(S1;S1).
/* concatena duas listas e obtém uma terceira lista*/
concatene([],L,L).
concatene([X;L1],L2,[X;L3]):-
    concatene(L1,L2,L3).
/* limpa database palavra*/
expurgo :-
    retract(palavra(_,_)),
    fail.

```

1.8.2.3-Analisador Eliminador de Ruídos

O analisador eliminador de ruídos é uma variante do analisador Recursivo-Descendente Livre de Contexto e, embora mais simples, procura minimizar sua maior deficiência. Neste caso o analisador procura palavras chaves contidas em uma frase e todas as demais palavras que não estejam contidas na base de dados (vocabulário) são simplesmente ignoradas. Apresenta como vantagem e desvantagem:

- Mais fácil de implementar quando comparado aos demais analisadores e obtém o significado da frase mais rapidamente;
- Aceita frases completamente esdrúxulas, desde que contenham as palavras chaves de seu vocabulário.

Este analisador trabalha apenas no nível léxico.

1.8.2.3.1-Exemplo de Implementação

```

/* interpretador de comandos em linguagem natural que remove pa-
  lavras desconhecidas */
domains
  sy=symbol
  s=string
  i=integer
database
  palavra(sy,sy)
  capital(sy,i)
predicates
  proxima_palavra(s,s,sy)
  comprimento_palavra(s,i,i)
  retire_espaco(s,s)
  inicio
  processe(s)
  pegue_comando(s,s,sy)
  pegue_modificador(s,s,sy)
  pegue_nome(s,s,sy)
  pegue_operador(s,s,sy)
  pegue_valor(s,s,i)
  remova_entulho(s,s,sy)
  fim_da_sentenca(s)
  execute_comando(sy,sy,sy,sy,i)

```

```

    expurgo
/* carrega um pequeno conjunto de comandos válidos */
goal
    assert(palavra(comando,mostre)),
    assert(palavra(nome,fiat)),
    assert(palavra(nome,ford)),
    assert(palavra(nome,chevrolet)),
    assert(palavra(modificador,todas)),
    assert(palavra(modificador,tudo)),
    assert(palavra(modificador,uma)),
    assert(palavra(operador,")")),
    assert(palavra(operador,"(")),
/* carrega as empresas e os capitais */
    assert(capital(fiat,100)),
    assert(capital(ford,35)),
    assert(capital(chevrolet,123)),
    assert(capital(fim,0)),
    inicio,
    expurgo.
clauses
    inicio:-
        makewindow(9,7,7,"Diálogo",0,0,25,80),
        write("entre com o comando : "),
        readln(S),
        processe(S),!,
        write("comando executado !!!"),nl,
        expurgo.
    inicio:-
        write("erro de sintaxe no comando."),nl,
        expurgo.
/* processa um comando */
    processe(S):-
        pegue_comando(S,S2,C),
        pegue_modificador(S2,S3,M),
        pegue_nome(S3,S4,N),
        pegue_operador(S4,S5,O),
        pegue_valor(S5,S6,V),
        fim_da_sentenca(S6),
        execute_comando(C,M,N,O,V).
/* obtém o comando de uma sentença */
    pegue_comando(S,S2,C):-
        proxima_palavra(S,S2,C),
        palavra(comando,C).
    pegue_comando(S,S2,C):-
        remova_entulho(S,S1,_),
        pegue_comando(S1,S2,C).
/* obtém o modificador de uma sentença */
    pegue_modificador(S,S2,M):-
        proxima_palavra(S,S2,M),
        palavra(modificador,M).
    pegue_modificador(S,S2,M):-
        remova_entulho(S,S1,_),
        pegue_modificador(S1,S2,M).
    pegue_modificador(S,S2,tudo). /* default */

```

```

/* obtém o nome de uma sentença */
pegue_nome(S,S2,N):-
    proxima_palavra(S,S2,N),
    palavra(nome,N).
pegue_nome(S,S2,N):-
    remove_entulho(S,S1,_),
    pegue_nome(S1,S2,N).
pegue_nome(S,S2,nenhum). /* default */
/* obtém o operador de uma sentença */
pegue_operador(S,S2,0):-
    proxima_palavra(S,S2,0),
    palavra(operador,0).
pegue_operador(S,S2,0):-
    remove_entulho(S,S1,_),
    pegue_operador(S1,S2,0).
pegue_operador(S,S2,nenhum). /* default */
/* obtém o valor de uma sentença */
pegue_valor(S,S2,V):-
    proxima_palavra(S,S2,P),
    str_int(P,V),
    write(P," ",V),readln(X).
pegue_valor(S,S2,V):-
    remove_entulho(S,S1,_),
    pegue_valor(S1,S2,V).
pegue_valor(S,S2,0). /* default */
/* remove entulho do início da sentença */
remove_entulho(S,S1,E):-
    proxima_palavra(S,S1,E),
    not(palavra(_,E)).
/* verifica se a sentença já terminou*/
fim_da_sentenca("").
fim_da_sentenca(S):-
    frontchar(S,Ch,_),
    Ch='.'.
/* obtém a próxima palavra da sentença corrente*/
proxima_palavra(S,S2,P):-
    comprimento_palavra(S,Cont,0),!,
    Cont>0,
    frontstr(Cont,S,P,S1),
    retire_espaco(S1,S2),!.
/* calcula o comprimento da primeira palavra da sentença */
comprimento_palavra(S,Cont,C):-
    frontchar(S,Ch,S1),
    Ch('<')',
    Ch('<')',
    C1=C+1,
    comprimento_palavra(S1,Cont,C1).
comprimento_palavra(_,Cont,Cont).
/* remove todos os espaços em branco do início da sentença res-
tante*/
retire_espaco(S1,S3):-
    frontchar(S1,Ch,S2),
    Ch=' ',
    retire_espaco(S2,S3).

```

```

retire_espaco(S1,S1).
/* limpa database palavra e o database capital */
expurgo :-
    retract(palavra(_,_)),
    fail.
expurgo :-
    retract(capital(_,_)),
    fail.
expurgo.
/* executa os comandos válidos */
execute_comando(mostre,_,N,nenhum,_):-
    capital(N,C),
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl.
execute_comando(mostre,todas,_,")",V):-
    capital(N,C),
    C>V,
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl,
    N=fim.
execute_comando(mostre,todas,_"("<V):-
    capital(N,C),
    C<V,
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl,
    N=fim.
execute_comando(mostre,uma,_,")",V):-
    capital(N,C),
    C>V,
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl.
execute_comando(mostre,uma,_"("<V):-
    capital(N,C),
    C<V,
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl.
execute_comando(mostre,todas,_,nenhum,_):-
    capital(N,C),
    write("a empresa ",N," tem um capital de ",C),nl,
    N=fim.
execute_comando(mostre,tudo,_,nenhum,_):-
    execute_comando(mostre,todas,_,nenhum,_).
execute_comando(_,_,_,_,_).

```

1.9-Seleção do Analisador

O analisador de uma linguagem natural deve ser escolhido considerando-se a aplicação em particular que será acessada. Não existe um analisador universal para um determinado idioma. Desta forma, cada caso corresponde a um esquema de análise que melhor atenda ao objetivo da interface de comunicação.

Contudo, um sistema de processamento de linguagem natural deve apresentar, conforme Lins [33], os seguintes princípios de cooperação:

- a)Quantidade: afirmar tanto quanto é necessário tendo em vista o propósito da comunicação;
- b)Qualidade: as informações devem ser verdadeiras e bem fundamentadas;
- c)Relevância: as afirmações devem ser relevantes com respeito à comunicação;
- d)Modo: as afirmações devem ser feitas através do uso de recursos linguísticos não mais elaborados que o necessário.

APÊNDICE 2

2-BUSCA HEURÍSTICA EM GRAFOS

2.1-Introdução

2.2-O Problema de Busca em Grafos

2.3-Modelo Geral de um Algoritmo de Busca em Grafos

2.4-Algoritmos não informados

2.4.1-Busca em Largura

2.4.2-Busca em Profundidade

2.4.3-Busca Uniforme

2.5-Algoritmos Informados

2.5.1-Algoritmos Branch and Bound

2.5.1.1-Modelo de Algoritmo Branch and Bound

2.5.2-Algoritmo A*

2.5.2.1-Modelo do Algoritmo A*

2.1-Introdução

A estrutura de grafos constitui-se em uma ferramenta muito adequada para modelagem de processos em que um sistema sofre transições discretas que o levam de uma situação bem definida a outra. A transição entre duas situações diversas é feita através de decisões sucessivas, mas pode também ser feita através da busca de caminhos em um grafo. A busca de uma sequência ótima para estas transições corresponde diretamente à busca de caminhos pré-qualificados entre nós de um grafo.

O estudo feito sobre busca de caminhos em grafos independe dos problemas modelados, podendo-se julgar a eficiência de cada algoritmo com base em propriedades bem definidas e critérios precisos, o que não é possível no caso de técnicas dependentes das estruturas dos problemas modelados [24]. Neste fato reside a maior vantagem da estrutura de grafos, uma vez que suas aplicações, a cada dia mais, se universalizam.

Este apêndice apresenta a caracterização do problema de busca em grafos, o modelo geral de algoritmos de busca e, mais detalhadamente os algoritmos de busca, atendo-se naqueles que fazem uso de funções heurísticas.

O objetivo deste apêndice é de apresentar a fundamentação teórica da técnica de busca heurística empregada no processo de busca da rota que otimiza o lucro do transportador, apresentado no capítulo 3.

2.2-0 Problema de Busca em Grafos

O problema de busca em grafos consiste na identificação de um caminho entre S e T em um grafo $G(N,M)$ que satisfaça uma determinada condição, sendo que:

$G(N,M)$ = grafo G composto pelo conjunto de nós N e pelo conjunto de arestas M;

S = conjunto de nós iniciais, contidos em N;

T = conjunto de nós terminais, contidos em N.

Mais detalhadamente, os elementos de N correspondem aos nós do grafo, sendo que N é um conjunto enumerável e M é uma família em $N \times N$. Os elementos de M, denominados r, são as arestas (ramos) do grafo. A cada aresta do grafo está associado um par ordenado de nós (n_i, n_j) , chamados respectivamente de extremidade inicial e final de r.

A definição de M como uma família torna possível a ocorrência de arestas múltiplas, ou seja, arestas diferentes associadas ao mesmo par de nós. G é um grafo simples se não houver arestas múltiplas e nesse caso pode-se definir M por um subconjunto de $N \times N$ [24]. Em problemas de busca os caminhos múltiplos podem ser eliminados, tratando-os como caminhos simples, ou seja, considerar um grafo não simples como simples para efeito de busca de caminhos.

Quanto ao tamanho, um grafo G é dito finito se N e M forem finitos. Pode-se representar N como sendo um conjunto $N = \{n_i\}$, tendo-se $i=1,2,3,\dots,k$, sendo k o número de nós que compõem N. Similarmente, representa-se $M = \{r_j\}$, sendo $j=1,2,3,\dots,m$,

onde m é o número de arestas que compõem M .

O nó n é adjacente à aresta r se n é extremidade de r . As arestas r_1 e r_2 são adjacentes se tiverem ao menos uma extremidade comum. Os nós n_1 e n_2 são adjacentes se forem extremidades de uma aresta.

Uma sequência de aresta $C=(r_1, r_2, \dots, r_p)$ é uma cadeia (ligando n_1 e n_{p+1}) se existir uma sequência de nós $(n_1, n_2, \dots, n_{p+1})$ tais que r_i é adjacente a n_i e n_{i+1} , $i=1, 2, \dots, p$. Se $n_1 = n_{p+1}$, a cadeia é um ciclo. A sequência C é um caminho (de n_1 a n_{p+1}) se r_i é associado a (n_i, n_{i+1}) , $i=1, 2, \dots, p$. Caso $n_1 = n_{p+1}$, então tem-se um circuito.

Dado $G=(N, M)$, um grafo parcial de G é qualquer grafo (N, M') , com M' contido em M . Um grafo (N', M') com N' contido em N e M' contido em M é um subgrafo parcial de G ; se M' é maximal em M , então (N', M') é um subgrafo de G .

Dado N' contido em N , um nó n pertencente a N é acessível a partir de N' se existir um caminho de algum n' pertencente a N' até n . O subgrafo (N'', M'') é gerado por N' se N'' é o conjunto dos nós acessíveis a partir de N' .

Um grafo é conexo se quaisquer dois nós são ligados por alguma cadeia. Um subgrafo conexo maximal de G é uma componente conexa de G (isto é, G é conexo se possui somente uma componente conexa).

Uma árvore é um grafo conexo sem ciclos. Em uma árvore com n nós, o número de ramos é $n-1$ e qualquer par de nós é ligado por uma única cadeia. Uma árvore G' é uma árvore maximal de G se for um grafo parcial de G .

Um nó s é uma raiz do grafo se qualquer nó for acessível a partir de s .

Uma arborescência é uma árvore com uma única raiz.

O problema de busca em grafos também pode ser encarado como sendo uma maneira de procurar a melhor solução dentro de um dado conjunto de possíveis soluções para uma certa situação problemática. Esta forma de caracterizar busca em grafos coloca este assunto no âmbito da inteligência artificial, uma vez que solucionar problemas é uma atividade que requer inteligência [9].

Pode-se exemplificar de forma genérica um problema de busca através da apresentação de um determinado cenário base, de um conjunto de possíveis estados e transições e de um cenário desejado. O problema de busca, em casos como este, consiste em determinar a melhor sequência de estados e transições para, partindo de um cenário base, chegar a um cenário desejado. Este cenário desejado pode ser a configuração econômico financeira de empresa que deseja, a partir de uma situação de insolvência, chegar a uma situação econômico-financeira estável, tendo como transições as diversas decisões que podem ser tomadas e, como estados, as diversas configurações transitórias. Pode-se, também, considerar os cenários base e desejado como sendo, respectivamente, um ponto de partida e de destino em um conjunto de cidades de um mapa geográfico, tendo as transições e estados como as possíveis trajetórias entre estes.

Sendo a busca em grafos uma maneira de dotar o computador de certa inteligência na solução de problemas, pode-se tornar o computador mais ou menos inteligente de acordo com a eficiência

do método de busca. Neste Apêndice são considerados mais enfaticamente os algoritmos, ou métodos de busca, que se apresentam como os mais eficientes, que são os que fazem uso de informações heurísticas.

Para construir técnicas eficientes de busca, retorna-se aos sistemas modelados e procura-se obter informações suplementares sobre estimativas de custo de caminhos até as situações desejadas [24], considerado como critério para o melhor caminho o menor custo. Tais informações, chamadas heurísticas, costumam ser disponíveis em problemas reais, ou extraídas de resoluções anteriores, ou através de soluções simplificadas obtidas desprezando restrições dos problemas. O uso dessas informações adicionais leva aos algoritmos informados [24], dentre os quais destaca-se o algoritmo A^* .

2.3-Modelo Geral de um Algoritmo de Busca em Grafos

Para resolução de problemas de busca em grafos existe uma classe de métodos conhecidos como algoritmos de rotulação, capazes de tratar o problema em grafos finitos ou não, com custos possivelmente negativos, isto é, resolve-se também o problema de caminho de custo máximo. Esses algoritmos são polinomiais, desde que não exista a possibilidade de haver circuitos de custo mínimo no subgrafo gerado pela busca [24].

A idéia básica de solução do problema de busca é bastante trivial e apresenta consequências graves: um algoritmo para a busca de um caminho ótimo deve listar caminhos no grafo, por

tentativas, escolhendo o melhor dos que atingem o alvo.

Conforme Gonzaga [24], um algoritmo básico seria "liste todos os caminhos possíveis e escolha um que seja ótimo". O algoritmo pode ser melhorado com "guarde na memória somente um caminho de s para cada n pertencente à N ". Lançando mão do princípio de Otimalidade, esses caminhos poderão formar uma arborescência, o que fornece uma estrutura simples para a memória

Sendo s a raiz de G (nó origem) e G é finito, então existe em G uma arborescência maximal mínima, ou seja, entre s e cada nó n existe um caminho ótimo. Isto é provado matematicamente por diversos autores, como por exemplo em [24], [31], [3] e [32], mas pode-se observar facilmente que uma arborescência mínima é obtida se, após encontrar todos os caminhos do grafo, selecionar-se somente um determinado caminho para cada nó.

Um modelo de algoritmo, isto é, um procedimento geral de busca em grafos é apresentado a seguir, conforme descrito por Nilsson [32].

Antes de apresentar o modelo é necessário definir mais algumas terminologias, também conforme Nilsson [32].

Sendo um grafo um conjunto (não necessariamente finito) de nós que podem estar conectados por arestas, estas podem estar direcionadas de um nó para outro. Se uma aresta está direcionada de um nó n_1 para um nó n_2 , diz-se que n_2 é sucessor de n_1 . Quando uma aresta está bidirecionada, ou seja, assim como está direcionada de n_1 para n_2 , também está direcionada de n_2 para n_1 . Quando um grafo apresenta apenas arestas bidirecionais pode-se dizer que um sucessores de um nó n são todos os seus vizinhos, ou seja, to-

dos os nós adjacentes à n .

A sequência de arestas $C=(r_1, r_2, \dots, r_p)$ apresentada previamente neste texto como sendo um caminho de r_1 para r_p é formada por uma lista de sucessores, ou seja, r_2 é sucessor de r_1 , r_3 é sucessor de r_2 e assim por diante.

A cada aresta tem-se um custo associado, que representa, de acordo com o problema modelado, o critério de escolha entre uma e outra aresta. Caso o objetivo seja encontrar o caminho de custo mínimo entre os pontos s e t , este caminho corresponderá à soma dos custos das arestas que o compõem. Existem casos que tem-se associado a cada aresta um custo e uma receita, o que pode ser considerado como lucro (receita-custo); tendo-se neste caso a considerar a possibilidade de custos negativos.

Um grafo pode ser especificado tanto explicitamente como implicitamente. Na especificação explícita, os nós e arestas (com custos associados) são explicitamente dados por uma tabela. Esta tabela pode conter todos os nós do grafo, seus sucessores e os custos das arestas associadas a eles, mas isto é muito difícil para grafos grandes e impossível para grafos infinitos.

A especificação implícita é dada pelo nó origem (raíz) e pelas regras que definem a escolha do sucessor mais adequado. É conveniente introduzir aqui o conceito de operador sucessor, que é aplicado a cada nó para gerar todos os seus sucessores com os respectivos custos associados. Este processo de aplicação do operador sucessor em um nó chama-se expansão do nó e depende diretamente das regras associadas ao processo de busca. Expandindo s , seus sucessores tornam explícito uma parte do grafo previamente

definido implícito. Um processo de busca, chamado por Nilsson [32] de estratégia de controle de busca em grafos, pode, então, ser entendido como um processo de tornar explícitas partes de um grafo implícito, até alcançar a meta (nó destino t).

O processo de explicitamente gerar partes de um grafo definido implicitamente pode ser informalmente definido como segue.

Passo 0: Definir S (origem) e T (destino), sendo que cada um pode ser um único ponto ou um conjunto de pontos ($S=\{s_1, s_2, \dots, s_k\}$, $T=\{t_1, t_2, \dots, t_k\}$).

Passo 1: Criar o subgrafo de busca, G' , consistindo apenas de s . Colocar s em uma lista chamada ABERTOS.

Passo 2: Criar uma lista chamada FECHADOS, que inicialmente está vazia.

Passo 3: Se a lista ABERTOS estiver vazia, então parar com insucesso.

Passo 4: Selecionar um nó de ABERTOS, removê-lo, colocá-lo em FECHADOS e chamá-lo de n .

Passo 5: Se n é o nó meta t , então parar com sucesso. A solução é obtida seguindo a lista FECHADOS através dos ponteiros, a partir de n em direção de s (ver passo 7).

Passo 6: Expandir o nó n , gerando um conjunto P de sucessores de n .

Passo 7: Estabelecer um ponteiro para n a partir dos elementos de P ainda não incluídos em G' (ABERTOS ou FECHADOS). Adicionar estes elementos de P em ABERTOS. Para cada ele-

mento de P que já está em ABERTOS ou FECHADOS, decidir redirecionar ou não seu ponteiro para n (ver texto a seguir). Para cada elemento de P já em FECHADOS, decidir para cada um de seus vizinhos em G' redirecionar ou não seu ponteiro (ver texto a seguir).

Passo 8: Reordenar a lista ABERTOS, de acordo com algum critério arbitrário ou de acordo com algum mérito heurístico.

Passo 9: Voltar ao Passo 3.

O modelo descrito é bastante geral para enquadrar os diversos algoritmos de busca existentes, informados ou não (descritos nos itens 2.4 e 2.5).

No passo 4, a seleção do nó constante em ABERTOS para compor n é feita de acordo com o algoritmo usado.

O modelo gera um grafo explícito chamado subgrafo de busca e uma árvore de busca B . Cada nó em B está também em G . A árvore de busca é definida pelos ponteiros que são criados no passo 7. Cada nó (exceto s) em G tem um ponteiro direcionado para apenas um de seus vizinhos em G , o qual define seu único vizinho em B . Cada caminho possível para um nó descoberto pelo algoritmo é preservado explícito em G ; um caminho único diferenciado para algum nó é definido por B . Grosseiramente falando, os nós em ABERTOS são os nós de ponta da árvore de busca, diferentemente dos que estão em FECHADOS. Mais precisamente, no passo três do modelo, os nós em ABERTOS são os que ainda não foram selecionados para expansão. Os nós em FECHADOS são nós de ponta selecionados para expansão que já geraram sucessores no grafo de busca.

O modelo descrito ordena os nós em ABERTOS no passo 8 de maneira que o melhor seja selecionado para expansão (passo 4). Esta ordenação pode ser baseada em critérios heurísticos (ver item 2.5) ou em critérios arbitrários (ver item 2.4). Independentemente da forma como o nó for selecionado para expansão, se ele for o nó meta (t), o processo terminará com sucesso. O caminho encontrado pode, então, ser apresentado percorrendo-se os ponteiros de trás para frente, isto é, do nó terminal t para o nó inicial s . O processo de busca termina com fracasso sempre que a árvore de busca não tem nós de ponta disponíveis para serem selecionados para expansão, ou seja, termina quando a lista ABERTOS estiver vazia e não foi ainda encontrada nenhuma solução.

O passo 7 requer uma explicação adicional. Se o grafo implícito for uma árvore, pode-se estar certo de que nenhum dos sucessores gerados no passo 6 foi gerado previamente, uma vez que em uma árvore, com exceção do nó raiz, todo nó é sucessor de apenas um outro, ou seja, é gerado apenas uma vez quando seu vizinho é expandido. Por isto, neste caso especial, os elementos de P nos passos 6 e 7 ainda não estão nem em ABERTOS nem em FECHADOS e cada elemento de P é adicionado a ABERTOS e colocado na árvore de busca como um sucessor de n . O grafo de busca é a árvore de busca pela execução do algoritmo e não existe necessidade de mudar os vizinhos dos nós em B .

Se o grafo implícito não for uma árvore, é possível que alguns elementos de P já tenham sido gerados, isto é, eles podem já estar em ABERTOS ou FECHADOS. O problema de determinar se um nó recentemente aberto é idêntico a outro anteriormente aberto

pode ser dispendioso em termos computacionais. Por esta razão, alguns processos de busca evitam fazer este teste, o que resulta no fato de que a árvore de busca pode conter vários nós rotulados pelo mesmo nome. Estas repetições de nós levam ao cálculo de sucessores redundantes. Em função disto existe um paradoxo entre o custo de gerar sucessores já rotulados como tais e o de testar se um nó que está para ser aberto já o foi. No modelo anteriormente descrito é feito o teste para evitar nós idênticos.

A representação computacional de um caminho pode ser feita recursivamente, com o auxílio de uma lista de triplas. Cada tripla é formada por n, c e p , sendo que:

n : nó terminal do caminho

c : custo do caminho

p : apontador para outro elemento da lista.

Após a apresentação do modelo podemos concluir que algoritmos de rotulação são processos que constroem caminhos iterativamente. Cada iteração parte de um nó, que é expandido, obtendo-se os prolongamentos dados pelos seus sucessores.

2.4-Algoritmos Não Informados

Os algoritmos não informados não empregam, na busca, nenhuma informação além da inerente a cada estado, isto é, não fazem uso de nenhuma informação que permita verificar se a busca está se direcionando para a meta desejada ou não. Os algoritmos não informados mais conhecidos são os algoritmos de busca em largura, busca em profundidade e busca uniforme.

2.4.1-Busca em Largura

A busca em largura também é conhecida como busca horizontal. Definimos profundidade de um elemento listado como igual ao comprimento (número de arestas) do caminho a ele associado. O algoritmo de busca horizontal associa a cada nó aberto P uma profundidade $f(p)$. Entre os abertos de mesma profundidade, a escolha é arbitrária. A implementação da regra pode ser feita por dois processos:

a) $f(s,0,0)=0$. Ao construir sucessores faz-se:

$$f(P_i)=f(P_j)+1$$

b) novos abertos são introduzidos no fim da lista; escolhe-se sempre o primeiro aberto da lista (primeiro que entra é o primeiro que sai).

É fácil de ver que a segunda implementação reproduz a regra de escolha, por um raciocínio indutivo: na primeira iteração, o único aberto tem profundidade zero. Em uma iteração qualquer, se os primeiros abertos têm profundidade k e os últimos (ou nenhum) têm profundidade $k+1$, então na iteração seguinte os primeiros (ou nenhum) terão profundidade k e os últimos $k+1$.

Da argumentação acima, conclui-se que os abertos a cada instante assumem uma entre duas profundidades consecutivas, isto é, o algoritmo varre o grafo em "frentes de onda" de mesma profundidade, afastando-se da origem.

O algoritmo de busca horizontal operando em um grafo em camadas tem as seguintes características:

- fecham-se todos os nós de uma camada antes de começar a fechar os nós da camada seguinte. Ao completar o fechamento de uma camada, estão abertos todos os nós da camada seguinte.
- nunca há eliminações por comparação de sucessores e fechados. Os sucessores só precisam ser comparados com os abertos da mesma camada.
- basta manter na memória principal a cada instante os elementos correspondentes à camada em expansão e à em obtenção.

2.4.1-Busca em Profundidade

O algoritmo de busca em profundidade associa a cada nó aberto p o valor $f(p)$ dado pelo negativo da profundidade de p .

A implementação da regra pode ser feita pelos mesmos processos que em busca horizontal, escolhendo sempre o último nó aberto da lista (último que entra é o primeiro que sai).

Observações:

- a cada iteração expande-se um nó aberto de profundidade máxima. Se algum sucessor do nó correspondente for listado, a iteração seguinte fechará um desses sucessores, e assim por diante até atingir-se uma folha do grafo (nó sem sucessores), ou até que todos os sucessores de um elemento sejam eliminados. Segue-se portanto um caminho no grafo, aprofundando-o ao máximo.

- a cada iteração a lista tem um formato muito particular: seja P o elemento em expansão e seja $(p^0, p^1, p^2, \dots, p^p)$ a cadeia de elementos fechados, obtidos seguindo os apontadores a partir de P . Então todos os abertos apontam para os elementos dessa cadeia.

2.4.2-Busca Uniforme

O algoritmo de busca uniforme também é conhecido como algoritmo de Dijkstra. Os algoritmos anteriores têm a vantagem de utilizar bem a memória. São, no entanto, pouco eficientes, pois não levam em conta custos e pesquisam imparcialmente todos os caminhos partindo de s .

Uma rápida reflexão leva à conclusão de que, no problema de arborescência mínima, os caminhos que mais "prometem" ser ótimos entre os abertos são os de custo mínimo: esse fato é utilizado pelo algoritmo de busca uniforme. O algoritmo de busca uniforme associa a cada $P=(n,c,p)$ a prioridade $f(P)=c$.

A busca procura desenvolver-se em "frentes de onda de custo constante", mas isso não será verdadeiro se houver custos negativos. Nesse caso, não há resultados interessantes a demonstrar, e o algoritmo assume importância quando o grafo não tem custos negativos.

A utilização da memória é um ponto um tanto delicado, uma vez que a lista de abertos pode crescer sem limites previsíveis.

2.5-Algoritmos Informados

Os algoritmos não informados, acima apresentados, não utilizam nenhum conhecimento acerca do domínio do problema modelado, ou seja, não são capazes de aproveitar informações úteis quando da seleção de qual nó considerar como melhor para compor o caminho desejado. São considerados informados os algoritmos que, além das informações contidas na descrição dos elementos listados, utilizam alguma informação exógena sobre a distância $h(n)$ entre cada nó e o alvo (nó terminal) [24].

Ainda, segundo Gonzaga[24], estas informações podem ser utilizadas de três maneiras diferentes :

- a) Se algum caminho entre S e T é conhecido, seu custo pode ser utilizado como limitante na busca de novos caminhos : se o custo de algum elemento $p = (n, c, p)$ somado a uma (sub) estimativa (confiável) de $h(n)$ superar o custo do caminho conhecido, p não pode ser parte de um caminho ótimo e pode ser eliminado. Gera-se assim uma família de métodos conhecida por Branch and Bound.
- b) Se uma estimativa de $h(n)$ é conhecida para todo nó n , esta estimativa pode ser utilizada para estabelecer as prioridades de escolha pelo passo 1 dos algoritmos. O método resultante é conhecido como "Algoritmo A*".
- c) Com ou sem estimativas para $h(n)$, é possível em muitos problemas comparar nós quanto à proximidade do alvo: pode-se acrescentar regras externas para determinar que " n está mais próximo do alvo que determinado n' ". Isso ocorre especialmente em

problemas de planejamento, onde configurações de um sistema podem ser comparadas, por exemplo, em termos de capacidade instalada. Geram-se algoritmos que fazem eliminações na lista utilizando estas relações.

A seguir são apresentados os algoritmos Branch and Bound e A^* , que fazem uso de estimativas, sendo que é dada ênfase especial ao segundo.

2.5.1-Algoritmos Branch and Bound

A classe de algoritmos chamados de Branch and Bound constitui uma extensão do modelo geral, fazendo eliminações de elementos que supostamente não conduzem a caminhos ótimos. Sua operação pode ser observada no modelo a seguir.

2.5.1.1-Modelo de Algoritmo Branch and Bound

Passo 0: Abra o elemento $P_0 = (s, 0, 0)$, faça $B = +$ infinito e $J = 0$;

Passo 1: Se não há nenhum elemento aberto, vá para o Passo 5,

Senão, escolha um aberto $P_j = (n_j, c_j, p_j)$

Feche P_j ;

Passo 2: Se n_j pertence a T e $c_j < B$, faça $B = c_j, J = j$
Elimine da lista todos os elementos $P = (n, c, p)$ com $c + h'(n) > B$ e vá para o Passo 1;

Passo 3: Obtenha $F(n_j) = \{n^1, n^2, \dots, n^q\}$

Construa os sucessores $P^i = (n^i, c^i, j)$,
 $i = 1, 2, \dots, q$, para os quais $c^i = c_j + c(n_j,$
 $n^i)$

Ignore os sucessores P^i tais que
 $c^i + h'(n^i) \geq B$;

Passo 4: Para cada sucessor remanescente P^i execute a
 Rotina de Eliminações (a mesma do modelo ge-
 ral)

Vá para o Passo 1;

Passo 5: Se $J \neq 0$, recupere o caminho associado a P_j ;

Os algoritmos Branch and Bound foram desenvolvidos para a
 resolução de problemas de Programação Linear Inteira e infeliz-
 mente sua discussão é usualmente obscurecida pelas dificuldades
 inerentes a esses problemas.

A modelagem de um problema de Programação Inteira é
 feita por um grafo em camadas cujos nós são vetores, em que cada
 camada corresponde a uma variável que assume valores inteiros :
 se um nó pertence à camada k , são inteiras as primeiras k compo-
 nentes do vetor correspondente. A aplicação de Programação Linear
 ao problema em que as variáveis restantes podem variar continua-
 mente fornece uma estimativa h' , além de um guia para a constru-
 ção do operador sucessor.

Não nos estenderemos nas características dos algoritmos
 resultantes, observando apenas que algumas simplificações resul-
 tam dos seguintes fatos : o alvo corresponde às folhas do grafo
 em camadas e é portanto atingido por qualquer caminho de p passos

(sendo p o número de variáveis inteiras); não há interesse no caminho até cada folha, e sim somente na folha em si; condições de otimalidade fornecem regras de parada eficientes, não sendo necessário esgotar o grafo.

A primeira das características acima sugere a utilização de métodos de Busca em Profundidade, o que gera o algoritmo usualmente chamado de Algoritmo de Branch and Bound [24].

Da forma como os algoritmos de Branch and Bound foram modelados, fica claro que não passam da adição de eliminações a um algoritmo qualquer segundo o modelo geral [24].

2.5.2-Algoritmo A*

Os algoritmos não informados apresentam uma grande deficiência, que é a não utilização de nenhum conhecimento específico sobre o problema que se quer resolver na hora de escolher qual nó expandir. Esta falha é corrigida no algoritmo A*, o qual atribui uma "nota" a cada nó n que está aberto. A "nota" é uma estimativa do custo de ir-se da raiz até a meta passando por n e é calculada pela fórmula :

$$f'(n) = g(n) + h'(n)$$

Nesta fórmula, $g(n)$ é o custo conhecido de ir-se da raiz até o nó n . Tal custo pode ser calculado somando-se os custos necessários para atravessar os ramos que ligam n à raiz. A função $h'(n)$ é uma estimativa do custo de ir-se de n até a meta. Como a meta ainda não foi encontrada, tal custo ainda não é conhecido e, por isso, temos que nos contentar com uma estimativa.

O Algoritmo A^* reorganiza a fila de espera de modo que nós com menor $f'(n)$ venham para frente e, portanto, sejam examinados antes. Tenta-se, desta forma, encontrar a meta da maneira mais rápida possível.

A $f'(n)$ estabelece, portanto, preferência aos caminhos mais promissores usando as informações de que se dispõe.

2.5.2.1-Modelo do Algoritmo A^*

Passo 0: Inicialização

Colocar em ABERTOS os nós iniciais, atribuindo-lhes f' .

Passo 1: Se não existe nenhum nó em ABERTOS, pare com fracasso.

Senão, escolha, entre os nós em ABERTOS, um nó n com melhor f' .

Passo 2: Se n é nó terminal, coloque n em FECHADOS e pare com sucesso.

Passo 3: Senão, coloque n em FECHADOS

Obtenha os sucessores de n , acrescentando-os em ABERTOS

Associe a cada sucessor o valor $f'(n) = c(n) + h'(n)$, resolvendo as repetições de nós e volte ao Passo 1.

APÊNDICE 3

3-CÁLCULO DA DISTÂNCIA ENTRE DUAS CIDADES ATRAVÉS
DAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS

3.1-Introdução

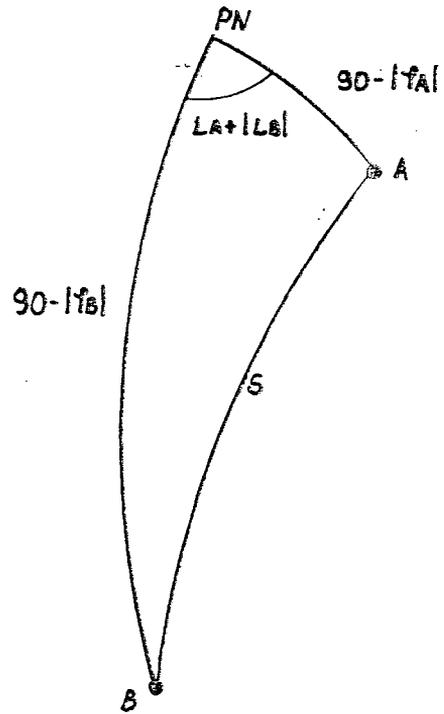
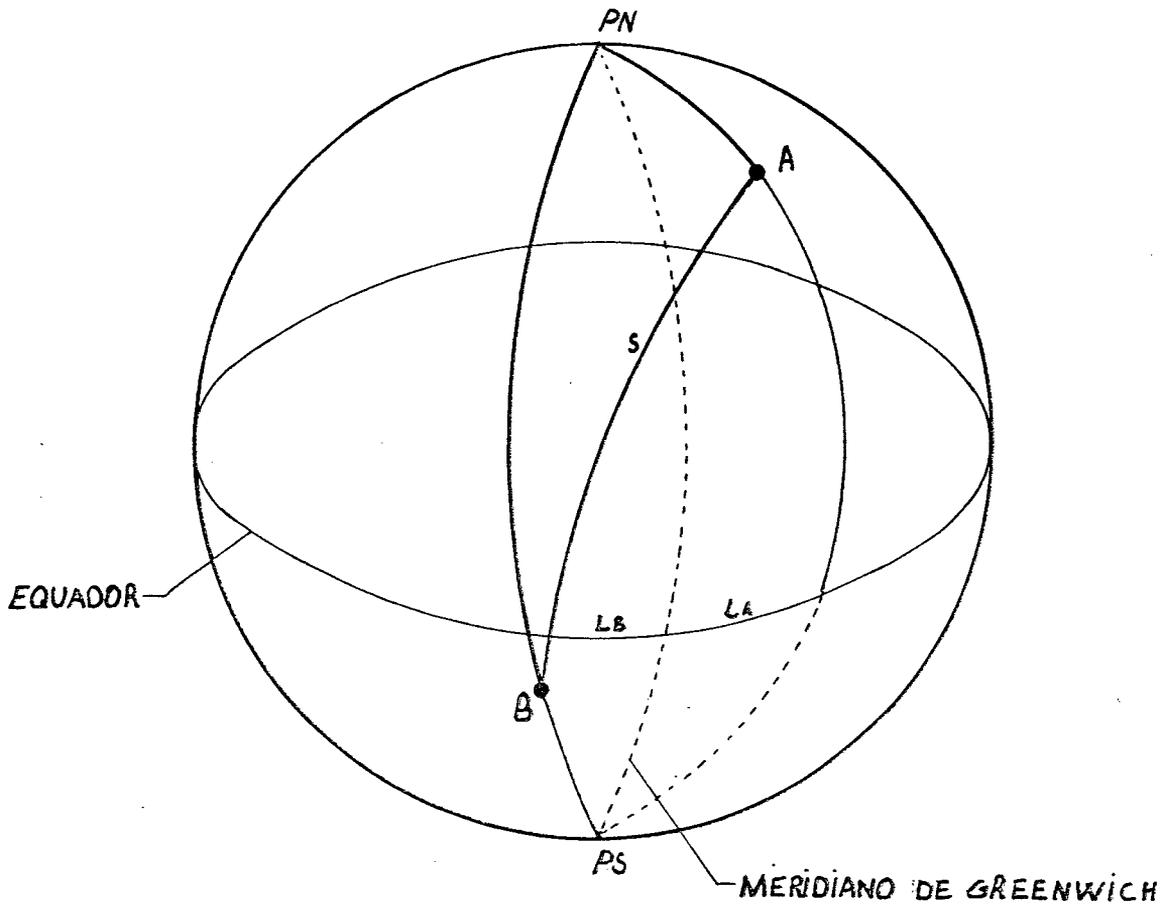
Neste apêndice é apresentada a formulação utilizada para o cálculo da distância entre duas cidades através das coordenadas geográficas, latitude e longitude. Esta formulação é empregada no Módulo Rota ótima para compor a estimativa de lucro entre um determinado nó e nó terminal.

3.2-Formulação Matemática

Tendo-se como objetivo o cálculo da distância entre duas cidades A e B, é apresentada a seguir uma formulação matemática baseada na trigonometria esférica.

Os dados necessários para este cálculo são as coordenadas geográficas, isto é, as latitudes ϕ_A e ϕ_B (em graus) e as longitudes L_A e L_B (em graus) das cidades A e B, respectivamente.

Dado o esquema apresentado a seguir, tem-se:



- a) As latitudes crescem do equador para os pólos, neste caso a ϕ_A é um valor positivo e ϕ_B negativo.
- b) As longitudes crescem positivamente de leste para oeste, neste caso L_B é um valor negativo e L_A positivo.

Através das fórmulas triangulares esféricas relativas ao cosseno, temos:

$$\cos s = \cos (90 - |\phi_A|) \times \cos (90 + |\phi_B|) + \sin (90 - |\phi_A|) \times \sin (90 + |\phi_B|) \times \cos (L_A + |L_B|)$$

$$\cos s = -\sin (|\phi_A|) \times \sin (|\phi_B|) + \cos (|\phi_A|) \times \cos (|\phi_B|) \times \cos (L_A + |L_B|)$$

Conforme a formulação apresentada, s representa a distância, em graus, entre as cidades A e B.

Para efeito de cálculo computacional todos os ângulos devem ser apresentados em radianos. Tendo-se um ângulo W , expresso em graus, um ângulo W' é obtido com o emprego da fórmula apresentada a seguir.

$$W' = \frac{\pi}{180} \times W$$

Para se obter a distância em quilômetros, faz-se uso da fórmula que transforma a medida do arco s em radianos para distância s' em quilômetros. Considerando-se R como sendo o raio da terra ($R = 6,371 \times 10^6$ em Km), a nova distância é calculada com a seguinte fórmula:

$$s' = R \times s \times \text{sen } 1'' \text{ ou } s' = R \times s$$

Como normalmente as linguagens computacionais apresentam apenas as funções cosseno, seno e arcotangente, devemos fazer as seguintes considerações:

$$\cos s = K$$

$$\text{sen } s = \sqrt{1-K^2}$$

$$\text{tg } s = \text{sen } s / \cos s = \sqrt{(1-K^2)} / K$$

$$s = \text{arctg} ((1-K^2)/K)$$

Como este trabalho é feito só para as cidades do Brasil, tanto as LA, LB como ϕ_A , ϕ_B são negativas.

$$\cos s = \cos(90 - |A|) \times \cos(90 - |B|) + \text{sen}(90 - |A|) \times \text{sen}(90 - |B|) \times \cos(|LB| - |LA|)$$

$$\cos s = \text{sen}(90 - |A|) \times \text{sen}(90 - |B|) + \cos(90 - |A|) \times \cos(90 - |B|) \times \cos(|LB| - |LA|)$$

ANEXOS

Anexo 1 - Questionários e Tabelas de Codificação Empregados no Módulo
Avaliação do Sistema

DADOS DA ENTREVISTA

Nome do entrevistador : _____
 Nome do entrevistado : _____
 Cidade / UF : _____ Data : ____ / ____ / 1989

DADOS DO TRANSPORTADOR

Identificação :
 ETC - Empresa de Transporte de Carga
 Autônomo
 Nome da Empresa : _____
 Cidade : _____ UF : _____

DADOS DO CAMINHAO OU FROTA

Tipo do Caminhão : Toco Duplo Semi-Reboque
 Marca de Caminhão : Mercedes Scania Volvo
 Ford Volks Outros
 Tipo de Carroceria : Aberto Baú Graneleiro Outros
 Capacidade Líquida de Carga : _____ TON

ENTREVISTA

1. Como normalmente consegue carga ?
 R. _____
2. Quanto tempo em média você perde a procura de uma carga ?
 R. _____
3. Quais as dificuldades para obter carga ?
 R. _____

4. Qual a quilometragem média mensal que você percorre ? R. _____ Km
5. Quantas toneladas em média você transporta no mês ? R. _____ TON
6. Em média quantos fretos são realizados por mês ?
 R. _____ Fretes
7. Normalmente, quanto à obtenção de cargas, você tem :
 Carga certa Que ficar à procura
8. Quanto a conseguir carga de retorno, normalmente é :
 Difícil Nem fácil nem difícil Fácil
9. Quanto a carga de retorno você acha que :
 Pagam um preço justo pelo frete
 O preço é razoável, mas é melhor do que voltar sem carga
 Não compensa carregar, sendo melhor voltar vazio
10. Você acha que o número de CIP's em Santa Catarina é suficiente ?
 Sim Não Desconheço

11. Você costuma utilizar as CIF's ?

- Sim Não

Por que ? _____

12. Quanto ao espaço físico (estacionamento, escritório), você se sente bem ao utilizar uma CIF ?

- Sim Não

Por que ? _____

13. Que outras dificuldades existem para utilizar uma CIF ?

R. _____

14. Na sua opinião, que serviços de apoio as CIF's poderiam oferecer ?

- Ajudantes para carga / descarga e localização
- Telefone para uso do motorista
- Dormitório
- Outras. Citar quais : _____

15. Você tem conhecimento de sonegação de cargas nas CIF's ?

- Sim Não

16. Quais os tipos de informações que devem ser prestadas pelas CIF's ?

- Apresentação dos fretes disponíveis (frete, preço, produto, ...).
- Auxílio - por computador - na escolha das cargas (cálculo automático das cargas mais rentáveis)
- Auxílio - nesta mesma consulta - na obtenção de carga de retorno
- Indicação dos melhores caminhos (estradas)
- Outras. Citar quais : _____

17. Você pagaria para obter informações sobre fretes nas CIF's ?

1. Sim 2. Somente se conseguir o frete 3. Não

Em caso afirmativo (1 ou 2), como poderia ser este pagamento ?

- Porcentagem em relação ao valor do frete. Quanto ? _____ %
- Anuidades.
- Outras. Citar quais : _____

18. Qual o tipo de atendimento que recebe quando chega em uma CIF ?

R. _____

19. Qual a CIF que você mais utiliza ?

R. _____

20. Que sugestões você daria para melhorar o atendimento em uma CIF ?

R. _____

<p>9. Qual o consumo anual de matéria-prima ou insumo (em Ton.) ?</p> <p>R. _____</p>	<p>9. ()</p>
<p>10. Quem providencia o transporte da matéria-prima ou insumo ?</p> <p>1-[] Você (quem compra)</p> <p>2-[] Fornecedor da matéria-prima ou insumo</p>	<p>10. ()</p>
<p>11. O transporte da matéria-prima ou insumo é feito através de:</p> <p>1-[] Transporte próprio</p> <p>2-[] Empresas de Transporte de Cargas - ETCs</p> <p>3-[] Autônomos</p> <p>4-[] Centrais de Informações de Fretes</p>	<p>11. ()</p> <p>()</p> <p>()</p>
<p>12. Você utiliza as Centrais de Informação de Fretes ?</p> <p>Justifique :</p> <p>SIM : 1-[] Agiliza o escoamento da produção</p> <p>2-[] Na falta de caminhões próprios</p> <p>3-[] Quando há necessidade de carrocerias específicas</p> <p>4-[] Porque o frete é barato</p> <p>5-[] _____</p> <p>NÃO : 6-[] Desconheço as Centrais de Informação de Fretes</p> <p>7-[] Não confio nos serviços das CIFs</p> <p>8-[] As CIFs não possuem seguro para as cargas</p> <p>9-[] Possuo frota própria</p> <p>10-[] As ETC são mais seguras e mais rápidas</p> <p>11-[] _____</p>	<p>12. ()</p> <p>()</p>
<p>13. Caso utilize as Centrais de Informação de fretes, qual o tempo médio de demora para encontrar um transportador ?</p> <p>R. _____</p>	<p>13. ()</p>
<p>14. Como são determinados os fretes quanto aos preços ?</p> <p>1-[] Km rodado e peso da carga</p> <p>2-[] Km rodado</p> <p>3-[] Por carga</p> <p>4-[] Por tonelada</p> <p>5-[] Por volume transportado (m3)</p> <p>6-[] Conforme local da entrega</p> <p>7-[] Mensalmente</p> <p>8-[] Lotação (carga composta por vários fretes)</p> <p>9-[] Percentual em relação ao valor transportado</p> <p>0-[] _____</p>	<p>14. ()</p> <p>()</p>
<p>15. Você pagaria para colocar suas cargas nas Centrais de Informação de Fretes ?</p> <p>1-[] Sim</p> <p>2-[] Somente se conseguir frete</p> <p>3-[] Não</p>	<p>15. ()</p>
<p>16. Caso você concorde em pagar, como poderia ser o pagamento ?</p> <p>1-[] Percentual sobre o valor transportado</p> <p>2-[] Através de anuidades</p> <p>3-[] Através de mensalidades</p> <p>4-[] Percentual dividido entre transportador e fornecedor</p> <p>5-[] Valor fixo para carga</p> <p>6-[] _____</p>	<p>16. ()</p> <p>()</p> <p>()</p> <p>()</p> <p>()</p>

QUESTIONARIO JUNTO AOS OPERADORES DAS CIF's

DADOS DA ENTREVISTA

Nome do entrevistador : _____

Nome do entrevistado : _____

Cidade : _____ UF : _____ Data : ____ / ____ / 1980

DADOS DA CIF

Nº de Funcionários : _____

Equipamentos de Comunicação : _____

ENTREVISTA

1. Em média, quantos transportadores são atendidos por dia ?

R. _____

2. Em média, quantos fornecedores são atendidos por dia ?

R. _____

3. O atendimento aos transportadores juntos às CIF's normalmente é feito

Imediatamente

Ocorre formação de filas

Em tempo oportuno

Não são atendidos na sua totalidade

4. Em média são feitos quantos telefonemas para ser formada a Bolsa de Cargas diariamente ?

R. _____

5. Em média quantos itens formam uma Bolsa de Cargas ?

R. _____

6. Quais os principais motivos do não fornecimento de carga por parte dos fornecedores ?

R. _____

7. Quais as dificuldades para realizar o serviço em uma CIF ?

R. _____

8. As instalações atuais são satisfatórias ao atendimento ?

Sim

Não

Por que ? R. _____

9. Que sugestões você daria para melhorar as condições de treinamento e trabalho nas CIF's ?

R. _____

TABELA DE CODIFICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

a) QUESTIONÁRIO JUNTO AOS TRANSPORTADORES

CIDADE/UF: 1-FLORIANÓPOLIS
 2-ITAJAÍ
 3-INDAIAL
 4-JOINVILLE
 5-MAFRA
 6-TUBARÃO
 7-LAGES
 8-XANXERÊ
 9-SAO MIGUEL DO OESTE

1) Como normalmente consegue carga?

1-Contrato com empresas
 2-Procurando
 3-Agenciadores
 4-Clientela Formada
 5-CIFs
 6-50% CIFs e 50% outros
 7-Cooperativas

3) Quais as dificuldades para obter carga?

1-Nenhuma
 2-Poucos fretes/concorrência
 3-Preços baixos
 4-Atravessadores/Agenciadores
 5-Falta de informações
 6-Falta de segurança no frete
 7-Variações no mercado

9) Quanto à carga de retorno:

1-Pagam preço justo
 2-O preço é razoável, compensa
 3-Não compensa

11) Você costuma utilizar as CIFs?

1- SIM - Facilidade, segurança e rapidez em obter um frete
 2- SIM - Quando não possui caminhões disponíveis
 3- SIM - Não explicitou motivos
 4- NÃO - Tem contrato com empresas
 5- NÃO - Consegue fretes por fora
 6- NÃO - Muito distante
 7- NÃO - Os fretes pagos são muito baixos
 8- NÃO - Devido a existência de sonegação de cargas nas CIFs/Propina
 9- NÃO - Desconhece as CIFs
 10-NÃO - Não explicitou motivos

12) Quanto ao espaço físico (estacionamento, escritório), você se sente bem ao utilizar uma CIF?

- 1-SIM - Bem equipada
- 2-SIM - Apresenta informações certas
- 3-SIM - Não explicitou motivos
- 4-NÃO - Desconhece
- 5-NÃO - Escritório pequeno
- 6-NÃO - Estacionamento pequeno
- 7-NÃO - Estacionamento e escritório pequenos
- 8-NÃO - Não explicitou motivos

13) Que outras dificuldades existem para utilizar uma CIF?

- 1-Poucas CIFs
- 2-Poucos fretes
- 3-Preço do frete defasado
- 4-Favorecimento a certos transportadores
- 5-Inexistência de uma sala de espera
- 6-Existência de pouco(s) telefone(s)
- 7-Fechamento durante o dia (almoço)
- 8-Durante época de safra

OBS: Para as opções "Nenhuma" e "Desconhece" deixar em branco

14) Na sua opinião, que serviços de apoio as CIFs poderiam oferecer?

- 1-Ajudantes para carga e descarga
- 2-Telefone para uso do motorista
- 3-Restaurante/Bar/Dormitório
- 4-Posto de gasolina/Oficina/Borracharia
- 5-Banheiro com chuveiro
- 6-Local para os caminhoneiros cozinhareem
- 7-Seguro para as cargas
- 8-Maior empenho da CIF a procura do frete

16) Quais os tipos de informações que devem ser prestadas pelas CIFs?

- 1-Apresentação dos fretes disponíveis (frete, preço, produto, ...)
- 2-Auxílio - por computador - na escolha das cargas (cálculo automático das cargas mais rentáveis)
- 3-Auxílio - nesta mesma consulta - na obtenção da carga de retorno
- 4-Indicação dos melhores caminhos (estradas)
- 5-Localização de caminhões (p/fornecedores)
- 6-Consultar fornecedores quando houver caminhões disponíveis
- 7-Informações sobre o frete / locais de carga e descarga
- 8-Descarga imediata ao chegar no local

17) Você pagaria para obter informações sobre fretes nas CIFs?

- 1-Sim
- 2-Somente se conseguir o frete
- 3-Não

Em caso afirmativo (1 ou 2), como poderia ser feito este pagamento?

- 1- Porcentagem em relação ao valor do frete. Quanto? _____
- 2- Anuidades
- 3- Mensalidades
- 4- Valor fixo por carga
- 5- Acordo entre transportador e fornecedor
- 6- Percentual em relação ao Km rodado

18) Qual o tipo de atendimento que recebe quando chega em uma CIF?

- 1- Ótimo
- 2- Bom
- 3- Regular
- 4- Ruim
- 5- Desconhece

19) Qual a CIF que você mais utiliza?

- 1- FLORIANÓPOLIS
- 2- ITAJAÍ
- 3- INDAIAL
- 4- JOINVILLE
- 5- MAFRA
- 6- TUBARÃO
- 7- LAGES
- 8- XANXERÊ
- 9- SÃO MIGUEL DO OESTE
- 10- Outros estados/Não utiliza

20) Que sugestões você daria para melhorar o atendimento em uma CIF?

- 1- Ampliação do sistema
- 2- Maior divulgação
- 3- Maior facilidade de comunicação transportador/fornecedor
- 4- Maior segurança na intermediação do frete e Seguro para a carga
- 5- Um estacionamento fechado junto às CIFs
- 6- Disponibilidade de uma tabela de preços dos fretes
- 7- Informativo sobre as CIFs de todo o Estado para fornec. transp.
- 8- Maior supervisão e apoio do Governo.

b) QUESTIONÁRIO JUNTO AOS FORNECEDORES

CIDADE/UF: 1-FLORIANÓPOLIS
 2-ITAJAÍ
 3-INDAIAL
 4-JOINVILLE
 5-MAFRA
 6-TUBARÃO
 7-LAGES
 8-XANXERÊ
 9-SAO MIGUEL DO OESTE

3) Quais as dificuldades que normalmente encontra para obter transporte?

- 1-Concorrência
- 2-Preço
- 3-Época de safra
- 4-Quem transporte com segurança
- 5-Combustível
- 6-Encontrar caminhões com carrocerias específicas
- 7-Quem transporte imediatamente
- 8-Equipamento de comunicação das CIFs

6) Que tipo de matéria-prima ou insumo utiliza ?

- 1-Minerais/não metálicos
- 2-Metalurgia
- 3-Mecânica, elétrico, transporte
- 4-Madeira
- 5-Mobiliário
- 6-Papel e papelão
- 7-Borrachas, couros, peles e produtos plásticos
- 8-Química, farmacêutica, veterinária e perfumaria
- 9-Têxtil
- 10-Vestuário, calçados e produtos de tecidos
- 11-Alimentares e bebidas
- 12-Fumos manufaturados
- 13-Editorial e gráfica
- 14-Combustíveis
- 15-Frutas, verduras e legumes
- 16-Bovinos, equinos, suínos
- 17-Grãos e farelos
- 18-Diversos

8) Qual a procedência da matéria-prima ou insumo?

- 1-GRANDE FLORIANÓPOLIS/SANTO AMARO DA IMPERATRIZ
- 2-ITAJAÍ
- 3-INDAIAL/BLUMENAU
- 4-JOINVILLE
- 5-MAFRA
- 6-TUBARÃO
- 7-LAGES
- 8-XANXERÊ
- 9-SAO MIGUEL DO OESTE
- 10-RIO NEGRINHO
- 11-IBIRAMA
- 12-TIJUCAS
- 13-MONTE CASTELO
- 14-OUTRAS LOCALIDADES DE SC
- 15-REGIAO CENTRO OESTE
- 16-REGIAO NORTE
- 17-REGIAO NORDESTE
- 18-PARANÁ
- 19-SÃO PAULO
- 20-RIO DE JANEIRO/ESPIRITO SANTO
- 21-MINAS GERAIS
- 22-RIO GRANDE DO SUL
- 23-DIVERSAS
- 24-EXTERIOR

9) Quem providencia o transporte da matéria prima?

- 1-Você
- 2-Fornecedor

11) Você utiliza as CIFs? Justifique

- SIM:
- 1-Agiliza o escoamento da produção
 - 2-Falta de caminhões próprios
 - 3-Necessidade de carrocerias específicas
 - 4-O frete é barato

- NÃO:
- 1-Desconhece
 - 2-Não confia
 - 3-As CIFs não possuem seguro para as cargas
 - 4-Possui frota própria
 - 5-As ETC são mais seguras e mais rápidas

13) Como são determinados os fretes, quanto aos preços?

- 1-Km rodado e peso da carga
- 2-Km rodado
- 3-Por frete
- 4-Por tonelada
- 5-Por volume transportado(m³)
- 6-Conforme local de entrega
- 7-Mensalmente
- 8-Lotação(carga composta por vários fretes)
- 9-Percentual em relação ao valor transportado

14) Você pagaria para colocar sua carga nas CIFs?

- 1-Sim
- 2-Somente se conseguir frete
- 3-Não

Em caso afirmativo (1 ou 2) como poderia ser este pagamento?

- 1-Percentual sobre o valor transportado
- 2-Através de anuidades
- 3-Percentual dividido entre transp.e fornec.
- 4-Depois um estudo entre as partes
- 5-Depois um estudo quanto às necessidades das CIFs
- 6-Valor estipulado com o transportador
- 7-Valor estipulado com o fornecedor
- 8-Através de mensalidades

15) O que você sugere p/melhorar os serviços prestados pelas CIFs?

- 1-Maior divulgação
- 2-Seguro para as cargas
- 3-Tabelar os preços
- 4-Melhores condições de trabalho para os operadores
- 5-Melhorar a divulgação dos fretes
- 6-Maior rapidez
- 7-Que o operador não seja intermediário do preço do frete
- 9-Estão funcionando bem
- 10-Ampliar o sistema

16) Qual o tipo de produto fornecido?

- 1-Minerais/não metálicos
- 2-Metalurgia
- 3-Mecânica,elétrico,transporte
- 4-Madeira
- 5-Mobiliário
- 6-Papel e papelão
- 7-Borrachas,couros,peles e produtos plásticos
- 8-Química,farmacêutica,veterinária e perfumaria
- 9-Têxtil
- 10-Vestuário,calçados e produtos de tecidos
- 11-Alimentares e bebidas
- 12-Fumos manufaturados
- 13-Editorial e gráfica
- 14-Combustíveis
- 15-Frutas,verduras e legumes
- 16-Bovinos,equinos,suínos
- 17-Grãos e farelos
- 18-Diversos

18) Onde se localiza o mercado consumidor?

- | | |
|---------|---------------------|
| 1-SC | |
| 2-SP | 7-Nordeste |
| 3-PR | 8-Norte |
| 4-RS | 9-Centro-Oeste |
| 5-RJ/ES | 10-Exportação |
| 6-MG | 11-Diversos Estados |

c) QUESTIONÁRIO JUNTO AOS OPERADORES

CIDADE/UF:

- 1-FLORIANÓPOLIS
- 2-ITAJAÍ
- 3-INDAIAL
- 4-JOINVILLE
- 5-MAFRA
- 6-TUBARÃO
- 7-LAGES
- 8-XANXERÊ
- 9-SÃO MIGUEL DO OESTE

3) O atendimento aos transportadores junto às CIFs normalmente é feito:

- 1-Imediatamente
- 2-Em tempo oportuno
- 3-Ocorre formação de filas
- 4-Não são atendidos na sua totalidade

6) Quais os principais motivos do não fornecimento de carga por parte dos fornecedores?

- 1-Possuem frota própria
- 2-Falta de seguro para as cargas nas CIFs
- 3-Falta de divulgação
- 4-Falta de documento legal para a intermediação do frete
- 5-Instabilidade econômica
- 6-Recusa dos transportadores em função do frete ser baixo

7) Quais as dificuldades para realizar o serviço em uma CIF?

- 1-Problemas de comunicação devido à falta de telefones
- 2-Falta de divulgação
- 3-Falta de interligação entre as CIFs
- 4-Problemas de locomoção dos funcionários para o trabalho
- 5-Salário defasado
- 6-Falta de pessoal para visitar fornecedores

8) As instalações atuais são satisfatórias ao atendimento?

- 1-SIM - Não explicitaram motivos
- 2-SIM - Espaço físico e pessoal suficientes
- 3-NÃO - Espaço físico insuficiente

9) Que sugestões você daria para melhorar as condições de treinamento e trabalho nas CIFs?

- 1-Um supervisor para visitar todas as CIFs
- 2-Divulgação (folhetos, cartões, placas nas vias, etc)
- 3-Interligação entre as CIFs do Estado e c/ as dos outros Estados
- 4-Levantamento atualizado dos fornecedores para cada CIF
- 5-Treinamento "in loco" nas CIFs antes de iniciar o trabalho
- 6-Limpeza nas instalações

Anexo 2 - Saídas do Módulo Avaliação do Sistema

JUNTO AOS FORNECEDORES

1 - IDENTIFICACAO

	FPOLIS	ITAJAI	INDAIAL	JOINV	MAFRA	TUBARAO	LAGES	XANXERE	SM. OESTE	TOTAL
INDUSTRIAS	21	29	28	20	28	0	0	0	0	126
COOPERATIVAS	1	0	0	7	1	0	0	0	0	9
TOTAL	22	29	28	27	29	0	0	0	0	135

2 - MODO DE ESCOAMENTO DA PRODUCAO

TRANSPORTE PROPRIO	67	25.09 %
EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGAS	74	27.72 %
AUTONOMOS	58	21.72 %
CENTRAIS DE INFORMACAO DE FRETES	68	25.47 %
TOTAL DE RESPOSTAS	267	100.00 %

3 - PERCENTUAL MEDIO DA PRODUCAO DESTINADO AS CIFs(EMPRESAS USUARIAS): 8,30 %

4 - PERFIL DAS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA OBTENCAO DE TRANSPORTE

CONCORRENCIA	11	7.86 %
PRECO	23	16.43 %
EPOCA DE SAFRA	19	13.57 %
QUEM TRANSPORTE COM SEGURANCA	2	1.43 %
COMBUSTIVEL	2	1.43 %
ENCONTRAR CAMINHOS C/ CARROCERIAS ESPECIFICAS	6	4.29 %
QUEM TRANSPORTE IMEDIATAMENTE	16	11.43 %
EQUIPAMENTO DE COMUNICACAO DAS CIFs	1	0.71 %
NAO RESPONDERAM	60	42.86 %
TOTAL DE RESPOSTAS	140	100.00 %

5 - TEMPO MEDIO GASTO NA PROCURA DE TRANSPORTE: 103,65 DIAS

6 - PERCENTUAL MEDIO DO PRECO DO PRODUTO GASTO COM TRANSPORTE: 279,25 %

7 - PERFIL DO TIPO DE MATERIAS PRIMAS/INSUMOS UTILIZADOS

MINERAIS NAO METALICOS	21	15.56 %
METALURGIA	10	7.41 %
MECANICA, ELETRICO, TRANSPORTE	7	5.19 %
MEDEIRA	33	24.44 %
MOBILIARIO	2	1.48 %
PAPEL E PAPELAO	3	2.22 %
BORRACHAS, COUROS, PELES E PRODUTOS PLASTICOS	8	5.93 %
QUIMICA, FARMACEUTICA, VETERINARIA E PERFUMARIA	4	2.96 %
TEXTIL	6	4.44 %
VESTUARIO, CALCADOS E PRODUTOS DE TECIDOS	0	0.00 %
ALIMENTARES E BEBIDAS	14	10.37 %
FUMOS MANUFATURADOS	2	1.48 %
EDITORIAL E GRAFICOS	0	0.00 %
COMBUSTIVEIS	24	17.78 %
FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES	0	0.00 %
BOVINOS, EQUINOS E SUINOS	0	0.00 %
GRAOS E FARELOS	0	0.00 %
DIVERSOS	0	0.00 %
NAO SOUBERAM RESPONDER	1	0.74 %
TOTAL DE RESPOSTAS	135	100.00 %

9 - PROCEDENCIA DAS MATERIAS PRIMAS/INSUMOS

FLORIANOPOLIS	13	6.70 %
ITAJAI	12	6.19 %
INDAIAL	11	5.67 %
JOINVILLE	11	5.67 %
MAFRA	15	7.73 %
TUBARAO	0	0.00 %
LAGES	1	0.52 %
XANXERE	0	0.00 %
SAO MIGUEL DO OESTE	0	0.00 %
RIO NEGRINHO	3	1.55 %
IBIRAMA	3	1.55 %
SAO PAULO	2	1.03 %
MATO GROSSO	1	0.52 %
PARA	35	18.04 %
TIJUCAS	6	3.09 %
PARANA	2	1.03 %
RIO GRANDE DO SUL	7	3.61 %
MONTE CASTELO	20	10.31 %
DIVERSOS	31	15.98 %
EXTERIOR	7	3.61 %
SEM RESPOSTA	4	2.06 %
TOTAL DE RESPOSTAS	194	100.00 %

10 - RESPONSÁVEL PELO TRANSPORTE DAS MAT. PRIMAS/INSUMOS

INDUSTRIAS/COOPERATIVAS(PRODUTORES)	95	70.37 %
FORNECEDORES DE M.PRIMAS/INSUMOS	39	28.89 %
NAO RESPONDERAM	1	0.74 %
TOTAL DE RESPOSTAS	135	100.00 %

11 - COMO O TRANSPORTE E' REALIZADO

TRANSPORTE PROPRIO	67	36.81 %
EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGAS	52	28.57 %
AUTONOMOS	41	22.53 %
ATRAVES DAS CIFs	21	11.54 %
NAO SABEM	1	0.55 %
TOTAL DE RESPOSTAS	182	100.00 %

12 - JUSTIFICATIVA QUANTO A UTILIZACAO DAS CIFs EM SC

UTILIZAM:-AGILIZA O ESCOAMENTO DA PRODUCAO	33	24.63 %
-QUANDO NAO TEM CAMINHOS PROPRIOS	15	11.19 %
-QUANDO NECESSITAM DE CARROCERIAS ESPECIFICAS	6	4.48 %
-POIS O FRETE E' BARATO	4	2.99 %
-NAO EXPLICITARAM MOTIVOS	8	5.97 %
TOTAL DOS QUE UTILIZAM	66	49.25 %
NAO UTILIZAM:-POIS DESCONHECEM	26	19.40 %
-POIS NAO CONFIAM	3	2.24 %
-POIS NAO TEM CARGAS SEGURADAS	1	0.75 %
-POIS NAO PRECISAM	20	14.93 %
-AS ETCs SAO MAIS SEGURAS/RAPIDAS	9	6.72 %
-NAO EXPLICITARAM MOTIVOS	9	6.72 %
TOTAL DO QUE NAO UTILIZAM	68	50.75 %
TOTAL DE RESPOSTAS	134	100.00 %

13 - TEMPO MEDIO GASTO PARA ENCONTRAR TRANSPORTE NAS CIFs: 45 DIAS

14 - COMO SAO DETERMINADOS OS PRECOS DOS FRETES

VALOR POR: -KM RODADO E PESO DA CARGA	33	28.45 %
-KM RODADO	15	12.93 %
-FRETE	6	5.17 %
-KG TRANSPORTADO	4	3.45 %
-VOLUME(m3) TRANSPORTADO	8	6.90 %
CONFORME O LOCAL DE DESTINO	26	22.41 %
PAGAMENTO MENSAL	3	2.59 %
LOTACAO(CARGA COMPOSTA POR VARIOS FRETES)	20	17.24 %
NAO SABEM	1	0.86 %
TOTAL DE RESPOSTAS	116	100.00 %

15 - OPINIOES QUANTO AO PAGAMENTO PELA COLOCACAO DAS CARGAS NAS CIFs

PAGARIAM: -ATRAVES DE PERCENTUAL S/VALOR TRANSPORTADO (*)	30	13.82 %
-ATRAVES DE ANUIDADES	18	8.29 %
-PERCENTUAL DIVIDIDO ENTRE TRANSP. E FORNECEDOR	2	0.92 %
-APOS UM ESTUDO ENTRE AS PARTES	1	0.46 %
-APOS UM ESTUDO QUANTO AS NECESSIDADES DAS CIFs	2	0.92 %
-VALOR ESTIPULADO COM O TRANSPORTADOR	0	0.00 %
-VALOR ESTIPULADO COM O FORNECEDOR	0	0.00 %
-ATRAVES DE MENSALIDADES	0	0.00 %
TOTAL DOS QUE PAGARIAM	139	64.06 %
TOTAL DOS QUE NAO PAGARIAM	78	35.94 %
TOTAL DE RESPOSTAS	217	100.00 %

(*) VALOR MEDIO ESTIPULADO= 1,95 %

16 - SUGESTOES PARA MELHORIA DAS CIFs

MAIOR DIVULGACAO	26	34.67 %
SEGURO PARA AS CARGAS	1	1.33 %
TABELAS DE PRECOS	5	6.67 %
MELORAR CONDICOES DE TRABALHO PARA OS OPERADORES	1	1.33 %
MAIOR RAPIDEZ	4	5.33 %
MELHORAR A DIVULGACAO DOS FRETES	7	9.33 %
QUE O OPERADOR NAO SEJA INTERMEDIADOR DO PRECO DO FRETE	0	0.00 %
ESTAO FUNCIONANDO BEM	27	36.00 %
NAO SABEM	4	5.33 %
TOTAL DE RESPOSTAS	75	100.00 %

17 - PRODUCAO MEDIA ANUAL POR EMPRESA: 1,95 TONELADAS**18 - MERCADO CONSUMIDOR**

SANTA CATARINA	89	27.22 %
SAO PAULO	69	21.10 %
PARANA	45	13.76 %
RIO GRANDE DO SUL	52	15.90 %
RIO DE JANEIRO	29	8.87 %
BAHIA	9	2.75 %
MINAS GERAIS	9	2.75 %
NORDESTE	8	2.45 %
NORTE	5	1.53 %
CENTRO OESTE	4	1.22 %
EXPORTACAO	8	2.45 %
NAO ESPECIFICARAM	0	0.00 %
TOTAL DE RESPOSTAS	327	100.00 %

19 - PRODUTOS A SEREM ESCOADOS

MINERAIS NAO METALICOS	18	13.33 %
METALURGIA	7	5.19 %
MECANICA, ELETRICO, TRANSPORTE	11	8.15 %
MEDEIRA	28	20.74 %
MOBILIARIO	6	4.44 %
PAPEL E PAPELAO	5	3.70 %
BORRACHAS, COUROS, PELESE, PRODUTOS PLASTICOS	5	3.70 %
QUIMICA, FARMACEUTICA, VETERINARIA E PERFUMARIA	4	2.96 %
TEXTIL	1	0.74 %
VESTUARIO, CALCADOS E PRODUTOS DE TECIDOS	7	5.19 %
ALIMENTARES E BEBIDAS	14	10.37 %
FUMOS MANUFATURADOS	2	1.48 %
EDITORIAL E GRAFICOS	0	0.00 %
DERIVADOS DO PETROLEO	26	19.26 %
ALCOOL	0	0.00 %
FRUTAS, VERDURAS E LEGUMES	0	0.00 %
BOVINOS, EQUINOS E SUINOS	0	0.00 %
GRaos E FARELOS	0	0.00 %
DIVERSOS	1	0.74 %
NAO SOUBERAM RESPONDER	0	0.00 %
TOTAL DE RESPOSTAS	135	100.00 %

TABULACAO DOS QUESTIONARIOS

JUNTO AOS OPERADORES

1 - NUMERO MEDIO DE TRANSPORTADORES ATENDIDOS DIARIAMENTE: 24,00

2 - NUMERO MEDIO DE FORNECEDORES ATENDIDOS DIARIAMENTE: 23,40

3 - COMO E' FEITO O ATENDIMENTO AOS TRANSPORTADORES NAS CIFs

IMEDIATAMENTE	4	44.44 %
EM TEMPO OPORTUNO	2	22.22 %
OCORRE FORMACAO DE FILAS	2	22.22 %
NAO SAO ATENDIDOS NA SUA TOTALIDADE	1	11.11 %
TOTAL DE RESPOSTAS	9	100.00 %

4 - NUMERO MEDIO DE TELEFONEMAS DIARIOS P/ FORMAR A BOLSA DE CARGAS: 31,00

5 - NUMERO MEDIO DE ITENS DE UMA BOLSA DE CARGAS: 111,00

6 - PRINCIPAIS MOTIVOS DO NAO FORNECIMENTO DE CARGA POR PARTE DOS FORNECEDORES

POSSUEM FROTA PROPRIA	1	12.50 %
FALTA DE SEGURO PARA AS CARGAS INTERMEDIADAS PELAS CIFs	2	25.00 %
FALTA DE DIVULGACAO	1	12.50 %
FALTA DE DOCUMENTO LEGAL PARA A INTERMEDIACAO DO FRETE	1	12.50 %
INSTABILIDADE ECONOMICA (GERA CANCELAMENTO DE FRETES)	2	25.00 %
RECUSA DOS TRANSPORTADORES - PRECO DO FRETE BAIXO	1	12.50 %
TOTAL DE RESPOSTAS	8	100.00 %

- DIFICULDADES PARA A REALIZACAO DOS SERVICOS NAS CIFs -

NUMERO INSUFICIENTE DE TELEFONES	4	50.00 %
ALTA DE DIVULGACAO	1	12.50 %
ALTA DE INTERLIGACAO ENTRE AS CIFs	1	12.50 %
PROBLEMAS DE LOCOMOCAO DOS FUNCIONARIOS	1	12.50 %
SALARIO DOS FUNCIONARIOS SER DEFASADO	1	12.50 %
ALTA DE PESSOAL PARA VISITAR OS FORNECEDORES	0	0.00 %
TOTAL DE RESPOSTAS	8	100.00 %

- QUANTO AS INSTALACOES, SE SAO SATISFATORIAS

RESPOSTAS QUE NÃO EXPLICITARAM MOTIVOS	2
-ESPACO FISICO E PESSOAL SUFICIENTES	1
RESPOSTAS QUE EXPLICITARAM MOTIVOS	2
-ESPACO FISICO INSUFICIENTE	2
TOTAL DE RESPOSTAS	5

- SUGESTOES P/ MELHORAR AS CONDICOES DE TREINAMENTO E TRABALHO NAS CIFs

TER UM SUPERVISOR PARA VISITAR TODAS AS CIFs DO ESTADO	2	16.67 %
MELHORAR A DIVULGACAO (FOLHETOS, CARTOES, PLACAS NAS VIAS, ETC)	2	16.67 %
MELHORAR A INTERLIGACAO ENTRE AS CIFs DO ESTADO E COM AS DE OUTROS ESTADOS	2	16.67 %
REALIZAR UM CENSO ATUALIZADO DOS FORNECEDORES PARA CADA CIF	3	25.00 %
REALIZAR TREINAMENTO 'IN LOCO' NAS CIFs ANTES DO INICIAR O TRABALHO	2	16.67 %
MELHORAR A LIMPEZA DAS INSTALACOES	1	8.33 %
TOTAL DE RESPOSTAS	12	100.00 %

**TABULACAO DOS QUESTIONARIOS
JUNTO AOS TRANSPORTADORES**

1 - IDENTIFICACAO

	FPOLIS	ITAJAI	INDAIAL	JOINV	MAFRA	TUBARAO	LAGES	XANXERE	SM. DESTE	TOTAL
INDEPENDENTES	6	7	5	10	19	0	0	0	0	47
EMPRESAS	9	14	20	28	16	0	0	0	0	87
TOTAL	15	21	25	38	35	0	0	0	0	134

2 - QUANTO AOS CAMINHOS DOS ENTREVISTADOS

2.1 - TIPO

SIMPLES	17
DUPLAS	78
SEMI-REBOQUES	39
TOTAL	134

2.2 - MARCA

MERCEDES	76
SCANIA	36
VOLVO	10
FORD	3
VOLKS	6
OUTROS	3
TOTAL	134

2.3 - CARROCERIAS

ABERTAS	73
BAU	27
BRANELEIRO	28
OUTRAS	6
TOTAL	134

3 - MODO DE OBTENCAO DAS CARGAS

CONTRATO COM EMPRESAS

70

PROCURA DIRETA

9

TOTAL DE RESPOSTAS

79

4 - TEMPO MEDIO GASTO NA PROCURA DE CADA FRETE: 1.23 DIAS

5 - PERFIL DAS DAS DIFICULDADES NA OBTENCAO DE CARGAS

POUCOS FRETES/MUITA CONCORRENCIA

26

PREÇOS DO FRETE MUITO BAIXOS

54

EXISTENCIA DE ATRAVESSADORES

2

FALTA DE SEGURANCA NO FRETE

1

VARIACOES NO MERCADO

4

FALTA DE INFORMACOES

1

NAO HA' DIFICULDADES

40

TOTAL DE RESPOSTAS

128

6 - QUILOMETRAGEM MEDIA MENSAL PERCORRIDA: 8560.75 KILOMETROS

7 - TONELAGEM MEDIA MENSAL TRANSPORTADA: 276.13 TONELADAS

8 - NUMERO MEDIO MENSAL DE FRETES: 11.66 FRETES

9 - PERFIL DE RESULTADOS E OPINIOES, QUANTO 'A:

9.1 - RAPIDEZ NA OBTENCAO DE FRETES

TEM CARGA CERTA

63

TEM QUE ESPERAR/PROCURAR

71

TOTAL DE RESPOSTAS

134

9.2 - DIFICULDADES PARA OBTENCAO DA CARGA DE RETORNO

FACIL

35

DIFICIL

36

NEM FACIL NEM DIFICIL

60

TOTAL DE RESPOSTAS

131

9.3 - PRECO PAGO PELAS CARGAS DE RETORNO

PRECO JUSTO	18
PRECO RAZOAVEL, MELHOR QUE RETORNAR VAZIO	95
NAO COMPENSA CARREGAR, MELHOR RETORNAR VAZIO	21
TOTAL DE RESPOSTAS	134

9.4 - NUMERO DE CIFs EM SC

E' SUFICIENTE	63
NAO E' SUFICIENTE	42
DESCONHECEM AS CIFs	29
TOTAL DE RESPOSTAS	134

9.5 - UTILIZACAO DO SISTEMA DE CIFs DE SC

UTILIZAM:-NAO EXPLICITARAM MOTIVO	17
-FACILIDADE, SEGURANCA E RAPIDEZ	55
-QUANDO NAO TEM CAMINHOS DISPONIVEIS(ETC)	12
TOTAL DOS QUE UTILIZAM	84
NAO UTILIZAM:-NAO EXPLICITARAM MOTIVO	19
-PORQUE DESCONHECEM	28
-TEM CONTRATO COM EMPRESAS	54
-CONSEGUEM FRETES POR FORA	40
-MUITO DISTANTE	1
TOTAL DOS QUE NAO UTILIZAM	142
TOTAL DE RESPOSTAS	226

9.6 - ESPACO FISICO DAS CIFs, SENTEM-SE BEM AO SEREM ATENDIDOS

SIM:--NAO EXPLICITARAM MOTIVOS	30
-PORQUE ESTAO BEM EQUIPADAS	44
-PORQUE POSSUI INFORMACAO CERTA	1
TOTAL DOS QUE RESPONDERAM SIM	75
NAO:--NAO EXPLICITARAM MOTIVOS	5
-ESCRITORIO PEQUENO	9
-ESTACIONAMENTO PEQUENO	0
-ESCRITORIO E ESTACIONAMENTO PEQUENOS	15
TOTAL DOS QUE RESPONDERAM NAO	29
DESCONHECEM O SISTEMA DE CIFs	27
TOTAL DE RESPOSTAS	131

9.7 - OUTRAS DIFICULDADES EXISTENTES NO USO DAS CIFs

EXISTENCIA DE POUCOS FRETES	3
PREÇOS DOS FRETES ESTAO DEFASADOS	3
FAVORECIMENTO A CERTOS TRANSPORTADORES	4
EXISTENCIA DE POUCAS CIFs	3
FALTA DE SALA DE ESPERA E DE ESTACIONAMENTO FECHADO	6
EXISTENCIA DE APENAS UM TELEFONE	6
ESTAREM FECHADAS DURANTE HORARIO DE ALMOÇO	1
PREÇO MUITO BAIXO NA EPOCA DA SAFRA	1
NENHUMA DIFICULDADE	56
DESCONHECEM O SISTEMA	27
TOTAL DE RESPOSTAS	110

2.8 - SERVICOS DE APOIO QUE AS CIFs DEVERIAM OFERECER

ASSISTENTES PARA CARGA/DESCARGA/LOCALIZACAO	64
TELEFONE PARA USO DO MOTORISTA	82
QUARTOS	21
OFICINA	3
LOJINHADA	3
CUSTO DE GASOLINA	6
RESTAURANTE/BAR	3
TOILETE COM CHUVEIRO	2
LOCAL PARA FAZER COMIDA	4
CONDICAO BOAS	1
MAIOR EMPENHO NA PROCURA DE FRETES	9
DESCONHECEM AS CIFs	3
TOTAL DE RESPOSTAS	201

2.9 - SONEGACAO DE CARGAS NAS CIFs

	FPOLIS	ITAJAI	INDAIAL	JOINV	MAFRA	TUBARAO	LAGES	XAVIERE	SM. OESTE	TOTAL
AFIRMATIVO	7	3	0	1	0	0	0	0	0	11
NEGATIVO	9	18	28	54	40	1	1	1	0	152
DESCONHECEM	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL	16	21	28	56	40	1	1	1	0	164

9.10 - TIPOS DE INFORMACOES QUE DEVERIAM SER PRESTADAS PELAS CIFs

APRESENTACAO DOS FRETES DISPONIVEIS	119
AUXILIO POR COMPUTADOR NA ESCOLHA DA CARGA MAIS RENTAVEL	84
AUXILIO POR COMPUTADOR NA OBTENCAO DE CARGAS DE RETORNO	86
INDICACAO DOS MELHORES CAMINHOS (ESTRADAS)	74
LOCALIZACAO DE CAMINHOS (PARA FORNECEDORES)	3
CONSULTA A FORNECEDORES QUANDO HOUVER CAMINHOS DISPONIVEIS	0
DESCARGA IMEDIATA AO CHEGAR NO DESTINO	9
TOTAL DE RESPOSTAS	375

9.11 - PAGAMENTO PELA OBTENCAO DE INFORMACOES NAS CIFs

PAGARIAM	18
PAGARIAM SOMENTE SE CONSEGUISSEM O FRETE	72
NAO PAGARIAM	44
TOTAL DE RESPOSTAS	134

9.12 - FORMA DE PAGAMENTO PELOS SERVICOS

PERCENTAGEM EM RELACAO AO VALOR DO FRETE (*)	58
ANUIDADES	20
VALOR FIXO POR CARGA	5
PERCENTUAL EM RELACAO AOS QUILOMETROS RODADOS	1
ACORDO ENTRE TRANSPORTADORES E FORNECEDORES	4
NAO SOUBERAM RESPONDER	2
TOTAL DE RESPOSTAS	90

(*) VALOR MEDIO ESTIPULADO = 2.70

9.13 - TIPO DE ATENDIMENTO NAS CIFs

OTIMO	7
BOM	92
REGULAR	2
RUIM	3
DESCONHECE	30
<hr/>	
TOTAL DE RESPOSTAS	134
<hr/>	

9.14 - UTILIZACAO DAS CIFs

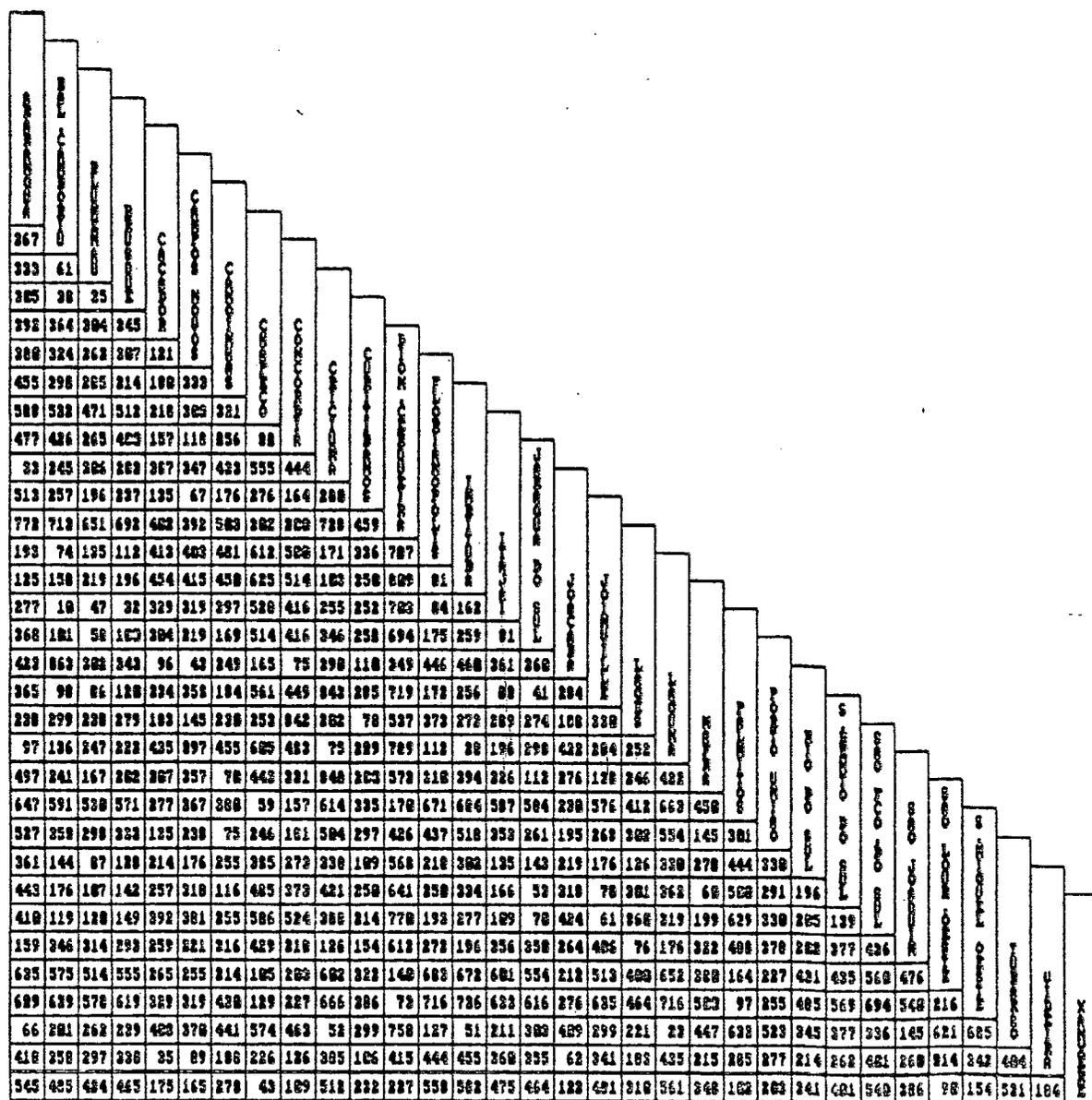
FLORIANOPOLIS	7
ITAJAI	25
INDAIAL	16
JOINVILLE	24
MAFRA	16
TUBARAO	0
LAGES	2
XANXERE	0
SAO MIGUEL DO OESTE	0
NENHUMA DELAS	44
<hr/>	
TOTAL DE RESPOSTAS	134
<hr/>	

9.15 - SUGESTOES P/ MELHORAMENTO DO ATENDIMENTO EM UMA CIF

DESCONHECE AS CIFs	33
AMPLIACAO DO SISTEMA	18
MAIOR DIVULGACAO	46
MAIOR FACILIDADE DE COMUNICACAO (FORNECEDOR / TRANSPORTADOR)	6
UM ESTACIONAMENTO FECHADO JUNTO AS CIFs	4
DISPONIBILIDADE DE UMA TABELA DE PRECOS DOS FRETES	4
INFORMATIVO SOBRE AS CIFs PARA TRANSP. E FORNECEDORES	7
MAIOR SUPERVISAO E APOIO DO GOVERNO	7
NENHUMA SUGESTAO	11
<hr/>	
TOTAL DE RESPOSTAS	136
<hr/>	

Anexo 3 - Dados sobre a Rede Rodoviária Empregados na Aplicação Experimental do SGCIF

3.1-Gráfico de Distâncias Entre as Principais Cidades Catarinenses



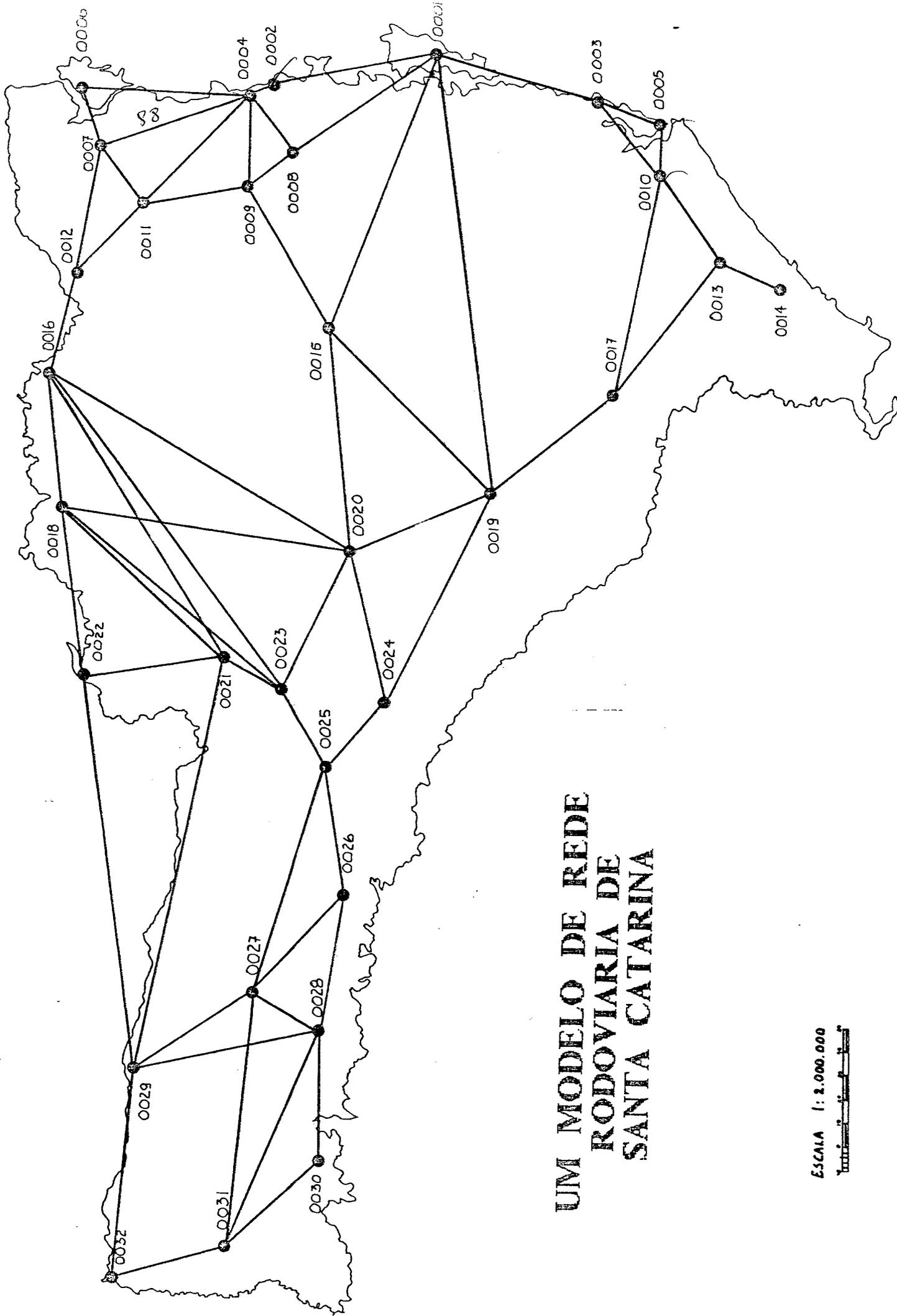
FORZI - MAPA RODOVIÁRIO DE SC 1987 / DEZ

GRÁFICO DE DISTÂNCIAS ENTRE AS PRINCIPAIS CIDADES DO ESTADO DE SANTA CATARINA (em Km)

3.2-Modelo da Rede Rodoviária do Estado de Santa Catarina

COD	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	CODIGOS VIZINHOS
01	FLORIANÓPOLIS	27°57'44"	48°40'54"	02-03-08-15-19 ✓
02	BALNEÁRIO CAMBORIÚ	26°59'30"	48°37'30"	01-04 ✓
03	IMBITUBA	28°14'11"	48°39'33"	01-05-10 ✓
04	ITAJAÍ	26°54'18"	48°39'16"	02-06-07-08-09-11 ✓
05	LAGUNA	28°28'54"	48°46'56"	03-10 ✓
06	SÃO FRANCISCO DO SUL	26°14'38"	48°38'15"	04-07 ✓
07	JOINVILLE	26°18'05"	48°50'38"	06-11-12 - 04/88 ✓
08	BRUSQUE	27°05'20"	48°54'05"	01-04-9 ✓
09	BLUMENAU	26°55'26"	49°03'19"	04-08-11-15 ✓
10	TUBARÃO	28°28'49"	49°16'18"	03-05-13-17 ✓
11	JARAGUÁ DO SUL	26°29'03"	49°04'52"	04-07-09-12 ✓
12	SÃO BENTO DO SUL	26°14'55"	49°22'50"	07-11-16 ✓
13	CRICIÚMA	28°40'48"	49°22'02"	10-14-17 ✓
14	ARARANGUÁ	28°56'04"	49°29'12"	13 ✓
15	RIO DO SUL	27°12'55"	49°38'30"	01-09-19-20 ✓
16	MAFRA	26°06'39"	49°48'27"	12-18-20-21-23 ✓
17	SÃO JOAQUIM	28°27'19"	49°55'56"	10-13-19 ✓
18	CANDINHAS	26°10'25"	50°23'29"	16-20-21-22-23 ✓
19	LAGES	27°48'57"	50°19'30"	01-15-17-20-24 ✓
20	CURITIBANOS	27°16'44"	50°34'57"	15-16-18-19-23-24 ✓
21	CAÇADOR	26°46'31"	51°51'00"	16-18-22-23-29 ✓
22	PORTO UNIÃO	26°13'46"	51°04'54"	18-21-29 ✓
23	VIDEIRA	27°00'14"	51°09'16"	16-18-20-21-24-25 ✓
24	CAMPOS NOVOS	27°24'07"	51°13'29"	19-20-23-25 ✓
25	JOAÇABA	27°10'22"	51°30'23"	23-24-26-27 ✓
26	CONCÓRDIA	27°13'55"	52°01'26"	25-27-28 ✓
27	XANXERÊ	26°52'00"	52°24'00"	25-26-28-29-31 ✓
28	CHAPECÓ	27°06'21"	52°36'44"	26-27-29-30-31 ✓
29	SÃO LOURENÇO DO OESTE	26°23'00"	52°49'18"	21-22-27-28-32 ✓
30	PALMITOS	27°38'40"	53°11'00"	28-31 ✓
31	SÃO MIGUEL DO OESTE	26°43'00"	53°31'00"	27-28-30-32 ✓
32	DIONÍSIO CERQUEIRA	26°14'58"	53°38'15"	29-31 ✓

Fonte: IBGE



**UM MODELO DE REDE
RODOVIARIA DE
SANTA CATARINA**

ESCALA 1: 2.000.000



Anexo 4 - Especificações dos Caminhões Empregada na Busca de Rotas

4.1-Tabela dos Modelos de Caminhões Brasileiros Classificados por PBT
(Peso Bruto Total)

COD	MODELO	MARCA	TARA(KG)	CARGA(KG)	PBT(KG)	PBT C/3.EIXO
001	80C-BE	FIAT	2.440	5.360	7.800	--
002	80N-BE	FIAT	2.460	5.340	7.800	--
003	80L-BE	FIAT	2.480	5.320	7.800	--
004	800D-BE	FIAT	2.140	5.660	7.800	--
005	6T-D	PUMA	2.750	6.280	9.030	--
006	6T-A	PUMA	2.750	6.280	9.030	--
007	709/37-CCC	H. BENZ	2.610	6.500	9.100	--
008	912/42.5-CCC	H. BENZ	2.830	7.170	10.000	--
009	F-11-CC-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	2.970	7.880	10.850	18.500
010	F-11-CN-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	3.000	7.850	10.850	18.500
011	F-11-CL-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	3.200	7.650	10.850	18.500
012	F-11000-CN-MMM	FORD	3.533	7.467	11.000	19.000
013	F-11000-CL-MMM	FORD	3.599	7.401	11.000	19.000
014	F-11000-CN-PERKINS	FORD	3.510	7.490	11.000	19.000
015	F-11000-CL-PERKINS	FORD	3.546	7.454	11.000	19.000
016	11-130/36-CC-MMM	VOLKSWAGEN	3.650	7.350	11.000	19.000
017	11-130/41-CN-MMM	VOLKSWAGEN	3.673	7.327	11.000	19.000
018	11-130/46-CL-MMM	VOLKSWAGEN	3.920	7.880	11.000	19.000
019	C-60-CN-G	G. MOTORS	3.025	7.875	11.000	18.500
020	C-60-CL-G	G. MOTORS	3.210	7.790	11.000	18.500
021	C-60-CC-G	G. MOTORS	2.990	8.010	11.000	18.500
022	D-60-CC-PERKINS	G. MOTORS	3.300	7.700	11.000	18.500
023	D-60-CN-PERKINS	G. MOTORS	3.350	7.650	11.000	18.500
024	D-60-CL-PERKINS	G. MOTORS	3.525	7.575	11.000	18.500
025	A-60-CC-A	G. MOTORS	--	--	11.000	--
026	A-60-CN-A	G. MOTORS	--	--	11.000	--
027	A-60-CL-A	G. MOTORS	--	--	11.000	--
028	L-1113/42-CCC	H. BENZ	3.765	7.235	11.000	18.500
029	L-1113/48-CCC	H. BENZ	3.835	7.165	11.000	18.500
030	LK-1113/36-CCC	H. BENZ	3.715	7.265	11.000	18.500
031	11-140/32-CC-MMM	VOLKSWAGEN	3.740	7.260	11.000	19.000
032	11-140/36-CC	VOLKSWAGEN	3.740	7.266	11.000	19.000
033	F-11000-CN	FORD	3.533	7.467	11.000	--
034	F-11000-CL	FORD	3.599	7.401	11.000	--
035	L-1114/42-CN	H. BENZ	3.785	7.215	11.000	18.500
036	L-1114/48-CL	H. BENZ	3.870	7.130	11.000	18.500
037	LK-1114/36-CC	H. BENZ	3.760	7.300	11.000	18.500
038	LK-1118/36-CC 6x2	H. BENZ	3.700	7.300	11.000	18.500
039	L-1118/42-CN	H. BENZ	3.945	7.065	11.000	18.500
040	L-1118/48-CL	H. BENZ	4.030	6.970	11.000	18.500
041	D-12000-CC-A/D/G	G. MOTORS	3.260	8.140	11.400	18.500
042	D-12000-CN-A/D/G	G. MOTORS	3.300	8.100	11.400	18.500
043	D-12000-CL-A/D/G	G. MOTORS	3.800	7.600	11.400	18.500
044	C-113-CN-MMM	FORD	4.265	7.135	11.400	19.500
045	C-113-CL-MMM	FORD	4.345	7.055	11.400	19.500
046	L-1214/48-CL	H. BENZ	4.400	7.100	11.500	19.000
047	L-1214/51-CL	H. BENZ	4.400	7.100	11.500	19.000
048	LK-1214/42-CN	H. BENZ	4.490	7.010	11.500	19.000
049	L-1218/51-CL	H. BENZ	4.000	7.600	11.500	19.000
050	120N	FIAT	3.760	7.940	11.700	19.000
051	120L	FIAT	3.790	7.910	11.700	19.000
052	120SL	FIAT	3.870	7.830	11.700	19.000
053	C-1215-CC	FORD	4.235	7.565	11.800	19.500
054	C-1215-CN	FORD	4.235	7.565	11.800	19.500
055	C-1215-CL	FORD	4.415	7.385	11.800	19.500
056	C-1218-CC-T	FORD	4.245	7.555	11.800	19.500
057	C-1218-CN-T	FORD	4.345	7.455	11.800	19.500
058	C-1218-CL-T	FORD	4.420	7.380	11.800	19.500
059	12-140/36-CC	VOLKSWAGEN	3.830	7.970	11.800	19.000
060	12-140/36-CC-MMM	VOLKSWAGEN	3.740	8.060	11.800	19.000
061	12-140/41-CN	VOLKSWAGEN	3.890	7.910	11.800	19.000
062	12-140/46-CL	VOLKSWAGEN	4.050	7.750	11.800	19.000
063	D-70-CC	G. MOTORS	3.578	8.122	12.700	18.000
064	D-70-CN	G. MOTORS	3.632	9.068	12.700	19.000
065	D-70-CL	G. MOTORS	3.632	9.008	12.700	19.000
066	F-13000-CN-MMM	FORD	4.066	8.934	13.000	20.500
067	F-13000-CL-MMM	FORD	4.132	8.868	13.000	20.500
068	F-13000-CEL-MMM	FORD	4.234	8.766	13.000	20.500
069	F-13000-CN-PERKINS	FORD	4.046	8.954	13.000	20.500
070	F-13000-CL-PERKINS	FORD	4.115	8.895	13.000	20.500
071	F-13000-CEL-PERKINS	FORD	4.190	8.810	13.000	20.500
072	E-13-CC-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	3.400	9.600	13.000	20.500
073	E-13-CN-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	3.450	9.550	13.000	20.500
074	E-13-CL-A-CHRYSLER	VOLKSWAGEN	3.680	9.320	13.000	20.500
075	13-130/36-CC-MMM	VOLKSWAGEN	3.974	9.026	13.000	21.000
076	13-130/41-CN-MMM	VOLKSWAGEN	4.070	8.930	13.000	21.000
077	13-130/46-CL-MMM	VOLKSWAGEN	4.117	8.863	13.000	21.000
078	L-1313/42-CCC	H. BENZ	3.890	9.110	13.000	21.500
079	L-1313/48-CCC	H. BENZ	3.960	9.040	13.000	21.500
080	LK-1313/36-CCC-ET HL-5	H. BENZ	3.890	9.110	13.000	21.500
081	LS-1313/36-CCC-ET HL-4	H. BENZ	3.340	9.660	13.000	21.500
082	LAK-1313/36-CCC	H. BENZ	4.190	8.670	13.000	--
083	L-1316/42-CAB. RT-FA-DH	H. BENZ	4.015	8.985	13.000	21.500
084	L-1316/48-CAB. RT-FA	H. BENZ	4.095	8.915	13.000	21.500
085	LK-1316/36-CCC	H. BENZ	4.015	8.985	13.000	21.500
086	LA-1313/42-CCC	H. BENZ	4.190	8.735	13.000	--
087	LA-1313/48-CCC-4x4	H. BENZ	4.260	8.735	13.000	--
088	LAK-1313/36-CCC-4x4	H. BENZ	4.190	8.670	13.000	--
089	LX-1314/36-CC	H. BENZ	3.975	9.025	13.000	21.500
090	LA-1314/42-CN-4x4	H. BENZ	4.365	8.635	13.000	--

TAB. 1.1 - CLASSIFICACAO DOS MODELOS POR PBT

COD	MODELO	MARCA	TARA(Kg)	VEL. (Km/h)	PBT(Kg)	PBT C/ 3.EIXO
091	LA-1314/48-CL-4x4	H. BENZ	4.465	8.535	13.000	--
092	LA-1317/42-CN-4x4	H. BENZ	4.365	8.635	13.000	--
093	LA-1317/48-CN-4x4	H. BENZ	4.465	8.535	13.000	--
094	LK-1318/36-CC	H. BENZ	4.000	9.000	13.000	21.500
095	L-1314/42-CN	H. BENZ	4.075	8.925	13.000	21.500
096	L-1314/48-CL	H. BENZ	4.175	8.825	13.000	21.500
097	L-1318/42-CN	H. BENZ	4.140	8.860	13.000	21.500
098	L-1318/48-CL	H. BENZ	4.230	8.770	13.000	21.500
099	D-14000-CC-A/D/G	G. MOTORS	3.710	9.590	13.300	20.500
100	D-14000-CN-A/D/G	G. MOTORS	3.770	9.530	13.300	20.500
101	D-14000-CL-A/D/G	G. MOTORS	4.155	9.145	13.300	20.500
102	L-1414/51-CL	H. BENZ	4.700	8.800	13.500	21.000
103	LK-1414/42-CN	H. BENZ	4.740	8.760	13.500	21.000
104	L-1418/48-CL	H. BENZ	4.660	8.840	13.500	21.000
105	L-1418/51-CL	H. BENZ	4.660	8.840	13.500	21.000
106	LK-1418/42-CN	H. BENZ	4.714	8.786	13.500	21.000
107	LA-1418/51-CL	H. BENZ	5.170	8.330	13.500	--
108	LAK-1418/42-CN	H. BENZ	5.160	8.340	13.500	--
109	F-14000-CC	FORD	4.136	9.464	13.600	20.600
110	F-14000-CN	FORD	4.202	9.398	13.600	20.600
111	F-14000-CL	FORD	4.304	9.296	13.600	20.600
112	C-1415-CC	FORD	4.620	9.180	13.800	22.000
113	C-1415-CN	FORD	4.720	9.080	13.800	22.000
114	C-1415-CL	FORD	4.795	9.005	13.800	22.000
115	C-1418-CC-T	FORD	4.630	9.170	13.800	22.000
116	C-1418-CN-T	FORD	4.730	9.070	13.800	22.000
117	C-1418-CL-T	FORD	4.805	8.995	13.800	22.000
118	14-140/32-CC-MWM	VOLKSWAGEN	3.870	9.930	13.800	--
119	14-140/36-CC	VOLKSWAGEN	3.940	9.860	13.800	21.400
120	14-140/41-CN	VOLKSWAGEN	4.070	9.730	13.800	21.400
121	14-140/46-CL	VOLKSWAGEN	4.170	9.630	13.800	21.400
122	14-210/45-CN	VOLKSWAGEN	4.887	8.913	13.800	21.400
123	14-210/48-CL	VOLKSWAGEN	4.930	8.870	13.800	21.400
124	14-210/52-CEL	VOLKSWAGEN	4.948	8.852	13.800	21.400
125	16-210/45-CC	VOLKSWAGEN	4.948	8.852	13.800	21.400
126	16-210/48-CN	VOLKSWAGEN	4.948	8.852	13.800	21.400
127	16-210/52-CEL	VOLKSWAGEN	4.948	8.852	13.800	21.400
128	M-22/753-CUM 4x2	MATRA	4.130	9.702	14.000	--
129	M-22/783-CL 4x2	MATRA	6.100	7.900	14.000	22.000
130	M-22/993-CL 6x4	MATRA	6.100	7.900	14.000	22.000
131	140C	FIAT	3.820	10.180	14.000	21.500
132	140N	FIAT	3.850	10.150	14.000	21.500
133	140L	FIAT	3.980	10.020	14.000	21.500
134	140SL	FIAT	4.040	9.960	14.000	21.500
135	16-210H/35-CUM	VOLKSWAGEN	5.060	9.940	15.000	--
136	L-1514/48-CL	H. BENZ	4.395	10.605	15.000	21.500
137	L-1514/51-CL	H. BENZ	4.490	10.510	15.000	21.500
138	LK-1514/42-CN	H. BENZ	4.565	10.435	15.000	21.650
139	L-1518/42-CN	H. BENZ	4.515	10.485	15.000	22.000
140	LK-1518-42-CN	H. BENZ	4.590	10.410	15.000	22.000
141	L-1518/48-CL	H. BENZ	4.310	10.690	15.000	22.000
142	L-1518/51-CL	H. BENZ	4.420	10.580	15.000	22.000
143	L-1520/51-CL	H. BENZ	4.450	9.550	15.000	22.000
144	LK-1520/42-CN	H. BENZ	5.300	9.700	15.000	22.000
145	LS-1520/36-CC	H. BENZ	5.225	9.775	15.000	--
146	LS-1520/36-CN	H. BENZ	5.225	9.775	15.000	--
147	LS-1525/42-CUM-L-4x2T	H. BENZ	6.660	8.340	15.000	--
148	LS-1934/42-CUM-L-4x2IC	H. BENZ	7.120	7.880	15.000	--
149	L-1519/42-CCC	H. BENZ	5.400	9.600	15.000	22.000
150	L-1519/48-CCC	H. BENZ	5.510	9.490	15.000	22.000
151	L-1519/51-CCC	H. BENZ	5.569	9.431	15.000	22.000
152	LK-1519/42-CCC	H. BENZ	5.430	9.570	15.000	22.000
153	LS-1519/36-CCC-CT	H. BENZ	5.395	26.605	15.000	--
154	LS-1519/42-CCC-CT	H. BENZ	5.590	26.410	15.000	--
155	LS-1924/36-CCC-CT	H. BENZ	6.705	33.295	15.000	--
156	LS-1924/42-CCC-L-CT	H. BENZ	6.885	33.115	15.000	--
157	LS-1924/36A-CCC-CT	H. BENZ	6.750	33.250	15.000	--
158	LS-1924/42A-CCC-CT	H. BENZ	6.930	33.070	15.000	--
159	LS-1929/42-CCC-L-REE	H. BENZ	7.035	37.550	15.000	--
160	L-1513/42-CCC	H. BENZ	4.295	10.705	15.000	21.650
161	L-1513/48-CCC	H. BENZ	4.325	10.675	15.000	21.650
162	L-1513/51-CCC	H. BENZ	4.355	10.645	15.000	21.650
163	LK-1513/42-CCC	H. BENZ	4.295	10.705	15.000	22.000
164	L-1516/42-CCC	H. BENZ	4.340	10.660	15.000	22.000
165	L-1516/48-CCC	H. BENZ	4.412	10.588	15.000	22.000
166	L-1516/51-CCC	H. BENZ	4.450	10.550	15.000	22.000
167	LK-1516/42-CCC	H. BENZ	4.340	10.660	15.000	22.000
168	LS-1933/42-CUM-L-4x2	H. BENZ	7.120	--	15.000	--
169	L-1614/51-CL	H. BENZ	4.770	10.730	15.500	22.000
170	L-1618/51-CL	H. BENZ	4.990	10.510	15.500	22.000
171	LK-1618/42-CN	H. BENZ	4.970	10.530	15.500	22.000
172	N-10H 4x2-L	VOLVO	6.371	9.129	15.500	--
173	C-1615-CN	FORD	4.960	10.840	15.800	22.000
174	C-1615-CL	FORD	5.025	10.775	15.800	22.000
175	C-1618-CN-T	FORD	4.970	10.830	15.800	22.000
176	C-1618-CL-T	FORD	5.035	10.765	15.800	22.000
177	C-1618T-CN	FORD	4.970	10.830	15.800	22.000
178	C-1618T-CL	FORD	5.035	10.765	15.800	22.000
179	R112HA 4x2-38	SCANIA	6.180	11.320	17.000	--
180	T112HA 4x2-38	SCANIA	6.040	11.640	17.500	--

TAB. 1.2 - CLASSIFICACAO DOS MODELOS POR PBT

4.2-Classificação dos Modelos de Caminhões em Função do Consumo de Combustível

Os modelos de caminhões apresentados no anexo 5 estão, a seguir, classificados de acordo com o peso bruto total.

CLASSE	PESO BRUTO TOTAL	CÓDIGOS ASSOCIADOS	%C	CONSUMO (Km/lt)
1	De 7.000 a 12.000 Kg	De 001 a 062	14,9254	4,73
2	De 12.000 a 15.000 Kg	De 063 a 134	11,4800	4,76
3	De 15.000 a 19.000 Kg	De 135 a 193	15,2700	2,50
4	De 19.000 a 22.000 Kg	De 194 a 229	15,3700	2,16
5	De 22.000 a 37.000 Kg	De 230 a 265	12,6600	2,04

Fonte: Revista Carga

Obs: "%C" equivale a uma estimativa da participação percentual do óleo diesel no custo total de operação dos caminhões de cada classe.

Para se obter a estimativa da participação percentual do óleo diesel no custo total de operação dos caminhões utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\%C = (C \times 100) / CT$$

O valor de CT (custo total) é obtido de:

$$CT = RV + RC + S + LG + L + C + D + P + M$$

onde,

RV = custo de reposição do veículo

RC = remuneração do capital

S = seguros

LG = lavagens e graxas

L = licenciamento

C = combustível

O = óleos

P = pneus

M = manutenção

4.3-Classificação dos Tipos de Cargas

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
01	Carga Seca
02	Granéis
03	Produtos Alimentícios (leite, etc)
04	Produtos Frigorificados
05	Carga Viva
06	Madeira
07	Sacaria
08	Produtos Siderúrgicos (ferro, aço, etc)
09	Produtos Químicos
10	Equipamentos Especiais (eletrônicos, mecânicos, etc)

Fonte: ref. [37]

4.4-Classificação dos Tipos de Carrocerias

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CARGAS TRANSPORTÁVEIS
01	Aberta (baixa)	01-06-07-08-10
02	Tanque para Alimentos	03
03	Tanque para P. Químicos	09
04	Baú	01-10
05	Baú Refrigerado	03-04
06	Para Transp. Carga Viva	01
07	Prancha	10-06-08
08	Aberta (graneleira)	02-01-06-07-08-10

Fonte: Ref. [37]

Anexo 5 - Consultas Efetuadas à Interface do Usuário

CONSULTA	OPERAÇÃO EFETUADA PELO SGCIF
Cadastrar caminhoneiro	Inclusão de registro - Módulo de Cadastro de Transportadores
Como usar o SGCIF ?	Apresentação da tela de ajuda
Retirar uma carga	Exclusão de registro - Módulo de Cadastro de Fretes
Listar os fornecedores cadastrados	Emissão de relatórios - Módulo Cadastro de Fornecedores
Alterar os dados de um caminhão	Alteração de registro - Módulo Cadastro de Transportadores
Efetuar o cadastro de uma carga	Inclusão de registro - Módulo Bolsa de Fretes
Liste os fretes disponíveis	Relatório - Módulo Fretes Disponíveis
Anexar novos transportadores	Inclusão de registro - Módulo Cadastro de Fornecedores
Usar interface por menus	Acionamento da Interface orientada por Menus
Encontrar melhor caminho	Busca de uma Rota - Módulo Rota ótima
Apresente os fretes da bolsa	Relatório - Módulo Fretes Disponíveis
Arrumar os dados de um fornecedor	Alteração de Registros - Módulo Cadastro de Transportadores
Acrescentar uma cidade na malha rodoviária	Inclusão de registros - Módulo Rede Rodoviária
Gerar tabelas das medidas de desempenho	Relatório - Módulo Supervisor

Anexo 6 - Relatório dos Transportadores Cadastrados

** RELATORIO DOS TRANSPORTADORES CADASTRADOS **

NUM CODIGO	NOME/RAZ. SOCIAL	CPF/CBC	CI/INSC. EST	RUA/NUMERO	CIDADE/UF	CEP	TELEFONE	VEICULOS
1	1111 Empresa de Transportes Numero Um Ltda.	111.111.111-11	1.111.111/001-1	Rua Um de Novembro, 1111	Florianopolis - SC	11.111 (011).11.1111		7
2	2222 Empresa Fornecedora Numero Dois S/A.	222.222.222-22	2.222.222/002-2	Rua Dois de Outubro, 222	Ararangua - SC	22.222 (022).22.2222		2
3	3333 Empresa Comercial Tres Irmaos S/A.	333.333.333-33	3.333.333/003-3	Rua Tres de Maio, 3333	Criciuma - SC	33.333 (033).33.3333		5
4	4444 Companhia de Produtos Numero Quatro S/A.	444.444.444-44	4.444.444/004-4	Rua Quatro de Julho, 44	Canoinhas - SC	44.444 (044).44.4444		2
5	5555 Supermercado Cinco Irmaos Ltda.	555.555.555-55	5.555.555/005-5	Rua Cinco de Abril, 555	Lages - SC	55.555 (055).55.5555		3
6	6666 Armazem Seis Estrelas Ltda.	666.666.666-66	6.666.666/006-6	Rua Seis de Novembro, 6666	Curitibanos - SC	66.666 (066).66.6666		2
7	7777 Empresa de Combustiveis Sete Palmas S/A.	777.777.777-77	7.777.777/077-7	Rua Sete de Setembro, 777	Porto Uniao - SC	77.777 (077).77.7777		3
8	8888 Transportadora Bola Oito Ltda.	888.888.888-88	8.888.888/008-8	Rua Oito de Fevereiro, 888	Palmitos - SC	88.888 (088).88.8888		2

** RELATORIO DOS VEICULOS CADASTRADOS **

NUM	CODIGO	CERTIFICADO	REG.DNER	PLACA	COD.VEICULO
1	1111	10.341.008-20	1.091.496	AK1171	046081460022
2	1111	11.014.315-98	1.119.652	AC1010	046081460022
3	1111	12.434.239-11	1.007.974	AF8047	048081450022
4	1111	13.078.983-33	1.657.778	AF0065	084081750022
5	1111	17.011.980-23	1.045.117	AC2204	084081750022
6	1111	17.038.982-71	1.562.943	AL4922	151081600022
7	1111	19.027.033-98	1.416.538	AD3066	156082600036
8	2222	12.087.412-88	1.975.000	AC1002	255082329036
9	2222	18.076.225-31	1.823.910	AC3077	255082329036
10	3333	10.209.341-22	1.038.207	AL4940	256082327038
11	3333	11.055.375-15	1.230.554	AL0562	242082500038
12	3333	14.029.742-21	1.032.338	AN3994	264082810038
13	3333	16.051.414-29	1.342.519	AN2987	107081350022
14	3333	17.209.545-66	1.412.309	AF1000	107081350022
15	4444	11.000.028-26	1.024.837	AK1032	107081350022
16	4444	13.010.102-39	1.045.027	AL6660	107081350022
17	5555	10.314.256-22	1.255.409	AD0876	256082500038
18	5555	18.095.905-20	1.234.101	AC5515	242082500038
19	5555	19.087.432-21	1.028.299	AC2281	151081600022
20	6666	13.057.087-33	1.398.414	AA6699	084081750022
21	6666	14.000.085-62	1.023.985	AK1044	264082810038
22	7777	13.044.070-17	1.289.243	AN1027	209082200038
23	7777	14.067.234-44	1.065.366	AC2067	209082200038
24	7777	15.901.275-55	1.067.812	AL5046	175082200038
25	8888	12.000.018-05	1.348.289	AC0070	163082200036
26	8888	18.018.028-54	1.341.232	AK3003	100082500036

Anexo 7 - Relatório dos Fornecedores Cadastrados

** RELATORIO DOS FORNECEDORES CADASTRADOS **

NUM	CODIGO	NOME/RAZ. SOCIAL	CPF/CGC	CI/INSC. EST	RUA/NUMERO	CIDADE/UF	CEP	TELEFONE	CARGAS
1	0001	Empresa de Produtos Alimenticios S/A.	735.028.357-35	1.043.463\002-1	Rua Machado de Assis, 2325	Ararangua - SC	88.020	0482.33.1023	1
2	0002	Perdigao S/A. Produtos Industrializados	235.670.195-55	1.027.937\002-2	Rua Almirante barroso, 2928	Criciuma - SC	87.490	0484.22.3946	1
3	0003	Empresa de Artefatos Metalicos Cunha S/A	232.467.218-32	1.034.252\001-3	Rua do Sol Nascente, 1072	Porto Uniao - SC	88.822	8223.93.8222	3
4	0004	Empresa de Alimentos Numero Um Ltda.	111.111.111-11	1.111.111\001-1	Rua Um de Novembro, 1111	Florianopolis - SC	11.111	(011).11.1111	3
5	0005	Empresa Fornecedora Numero Dois S/A.	222.222.222-22	2.222.222\002-2	Rua Dois de Outubro, 222	Lages - SC	22.222	(022).22.2222	3
6	0006	Fornecedora Tres Irmãos S/A.	333.333.333-33	3.333.333\003-3	Rua Tres de Maio, 3333	Curitiba - SC	33.333	(033).33.3333	2
7	0007	Companhia de Produtos Numero Quatro S/A.	444.444.444-44	4.444.444\004-4	Rua Quatro de Julho, 44	Carador - SC	44.444	(044).44.4444	1
8	0008	Supermercado Cinco Irmãos Ltda.	555.555.555-55	5.555.555\005-5	Rua Cinco de Abril, 555	Jaragua do Sul - SC	55.555	(055).55.5555	1
9	0009	Armazem Seis Estrelas Ltda.	666.666.666-66	6.666.666\006-6	Rua Seis de Novembro, 6666	Canoinhas - SC	66.666	(066).66.6666	1
10	0010	Empresa de Combustiveis Sete Palms S/A.	777.777.777-77	7.777.777\077-7	Rua Sete de Setembro, 777	Dionisio Cerqueira - SC	77.777	(077).77.7777	1
11	0011	Fornecedora Rolá Dito Ltda.	888.888.888-88	8.888.888\008-8	Rua Oito de Fevereiro, 888	Palmitos - SC	88.888	(088).88.8888	3
12	0012	Empresa de Transportes Rapido S/A.	123.539.209-22	1.023.035\001-2	Rua da Alvorada reluzente, 7042	Sao Francisco do Sul - SC	99.999	9999.99.9999	1

** RELATORIO DAS CARGAS CADASTRADAS **

NUM	CODIGO	TIPO	ESPECIE	PER	ORIGEM	DESTINO	QUANT	UN.	FP.
1	0001	02	ARROZ	2	0014	0019	25	2	1
2	0002	02	MILHO	2	0013	0001	25	2	1
3	0003	02	SOJA	2	0001	0020	250	2	1
4	0003	07	ADUBO	2	0001	0011	15	2	1
5	0003	10	ESPECIAL-EQUIPAMENTO	2	0001	0022	25	2	1
6	0004	02	ARROZ	2	0019	0021	2200	2	1
7	0004	04	PRODUTO FRIGORIFICOS	2	0019	0014	120	2	1
8	0004	06	SACARIA	2	0019	0022	16	2	1
9	0005	10	CAIXARIA	2	0020	0027	25	2	1
10	0005	06	MADEIRA	2	0020	0006	15	2	1
11	0005	08	FERRO	2	0020	0028	60	2	1
12	0006	07	ADUBO	2	0021	0018	34	2	1
13	0006	10	BASULHOS	2	0021	0028	64	2	1
14	0007	07	FERTILIZANTES	2	0011	0018	150	2	1
15	0008	10	ESPECIAL-EQUIPAMENTO	2	0018	0001	10	2	1
16	0009	10	ESPECIAL-MOTORES	2	0032	0019	8	2	1
17	0010	10	ROBINHAS DE PAPEL	2	0030	0006	60	2	1
18	0011	10	GELADEIRAS	2	0030	0020	15	2	1
19	0011	07	SACARIA	2	0006	0019	28	2	1
20	0011	02	MILHO	2	0006	0001	25	2	1
21	0012	02	SOJA	2	0006	0020	25	2	1

Anexo 8 - Formulário de Entrada de Dados para a Bolsa de Fretes

Anexo 9 - Relatório dos Possíveis Fretes Disponíveis

SGCIF - SISTEMA GERENCIADOR DE CENTRAIS DE INFORMACOES DE FRETES
RELATORIO DE POSSIVEIS FRETES DISPONIVEIS

DATA : 12/11/90

COD.	TIPO	DESCRICAO	ORIG.	DEST.	PESO (TON)	VOL. (M3)	PRAZO (HRS)	CAR.	FORN.	FONE	VALOR (KG)	CAR. DES.
10001	2	graos	14	19	25,0	54,0	720	2	10002	1223946	500,00	10,33
10002	2	graos	13	01	25,0	54,0	720	2	10003	1888888	600,00	10,33
10003	2	graos	01	20	250,0	540,0	720	2	10004	1111111	650,00	10,33
10004	2	graos	19	21	100,0	216,0	720	2	10012	1999999	550,00	10,30

Anexo 10 - Relatório dos Fretes Disponíveis na Bolsa de Fretes

SGCIF - SISTEMA GERENCIADOR DE CENTRAIS DE INFORMACOES DE FRETES
RELATORIO DE FRETES DISPONIVEIS

COD.	TIPO	DESCRICAO	ORIG.	DEST.	PESO (TON)	VOL. (M3)	PRAZO (HRS)	CAR.	FORN.	VALOR (R\$)	CAR. DES.
10001	2	graos	14	19	25,0	54,0	720	2	10002	500,00	0,33
10002	2	graos	13	01	25,0	54,0	720	2	10003	600,00	0,33
10003	2	graos	01	20	250,0	540,0	720	2	10103	650,00	0,33
10004	2	graos	19	21	100,0	216,0	720	2	10035	550,00	0,30
10005	6	madeira	19	14	15,0	14,0	480	1	10001	450,00	2,5
10006	10	caixaria	20	27	15,0	54,0	480	1	10023	475,00	6,0
10007	7	adubo	21	18	25,0	12,0	720	1	10021	450,00	1,0
10008	7	adubo	01	11	12,5	6,0	720	1	10021	450,00	1,0
10009	7	adubo	11	18	10,0	48,0	700	1	10021	400,00	1,0
10010	10	bagulhos	21	28	12,5	74,0	600	1	10026	850,00	6,0
10011	10	especial	01	22	7,4	20,0	720	1	10019	1700,00	1,5
10012	10	especial	18	01	7,5	20,0	720	1	10019	1700,00	1,5
10013	10	especial	32	19	7,8	20,0	720	1	10019	1700,00	1,5
10014	10	bobina papel	30	06	50,0	108,0	720	1	10026	480,00	2,5
10015	7	sacaria	06	19	23,0	50,0	480	1	10003	450,00	2,0
10016	7	sacaria	19	22	13,0	35,0	720	1	10003	500,00	2,0
10017	6	madeira	20	06	12,5	15,0	480	1	10001	480,00	3,0
10018	2	arroz	22	30	13,0	22,0	220	2	10007	490,00	2,5
10019	2	milho	06	01	12,5	27,0	240	2	10017	580,00	1,5
10020	2	soja	06	20	25,0	54,0	240	2	10008	520,00	2,0
10021	8	ferro	20	28	50,0	30,0	720	1	10036	600,00	9,0
10022	10	geladeiras	30	20	10,0	100,0	720	1	10010	1900,00	4,0

Anexo 11 - Consultas Efetuadas ao Módulo Fretes Disponíveis

SGCIF - SISTEMA GERENCIADOR DE CENTRAIS DE INFORMACOES DE FRETES
RELATORIO DE FRETES DISPONIVEIS - RESTRICOES DO TRANSPORTADOR

COD.	TIPO	DESCRICAO	ORIG.	DEST.	PESO (TON)	VOL. (M3)	PRAZO (HRS)	CAR.	FORN.	VALOR (KG)	CAR. DES.
10001	2	graos	14	19	25,0	54,0	720	2	10002	500,00	0,33
10002	2	graos	13	01	25,0	54,0	720	2	10003	600,00	0,33
10003	2	graos	01	20	250,0	540,0	720	2	10103	650,00	0,33
10004	2	graos	19	21	100,0	216,0	720	2	10035	550,00	0,30
10015	7	sacaria	06	19	23,0	50,0	480	1	10003	450,00	2,0
10016	7	sacaria	19	22	13,0	35,0	720	1	10003	500,00	2,0
10018	2	arroz	22	30	13,0	22,0	220	2	10007	490,00	2,5
10019	2	milho	06	01	12,5	27,0	240	2	10017	580,00	1,5
10020	2	soja	06	20	25,0	54,0	240	2	10008	520,00	2,0

Anexo 12 - Relatórios Gerados pelo Módulo Rede Rodoviária

** RELATORIO DOS NOS DA REDE CADASTRADOS **

NUM	CODIGO	NOME	LATITUDE	LONGITUDE	VIZ.
1	0001	FLORIANOPOLIS	27 57 44	48 40 54	5
2	0002	BALNEARIO CAMBORIU	26 59 30	48 37 30	2
3	0003	IMBITUBA	28 14 11	48 39 33	3
4	0004	ITAJAI	26 54 18	48 39 16	6
5	0005	LAGUNA	28 28 54	48 46 56	2
6	0006	SAO FRANCISCO DO SUL	26 14 38	48 38 15	2
7	0007	JOINVILLE	26 18 5	48 50 38	3
8	0008	BRUSQUE	27 5 20	48 54 5	3
9	0009	BLUMENAU	26 55 26	49 3 19	4
10	0010	TUBARAO	28 28 49	49 0 0	4
11	0011	JARAGUA DO SUL	26 29 3	49 4 52	4
12	0012	SAO BENTO DO SUL	26 14 55	49 22 50	3
13	0013	CRICIUMA	28 40 48	49 22 2	3
14	0014	ARARANGUA	28 56 4	49 29 12	1
15	0015	RIO DO SUL	27 12 55	49 38 30	4
16	0016	MAFRA	26 6 39	49 48 27	5
17	0017	SAO JOAQUIM	28 27 19	49 55 56	3
18	0018	CANOINHAS	26 10 25	50 23 29	5
19	0019	LAGES	27 48 57	50 19 30	5
20	0020	CURITIBANOS	27 16 44	50 34 57	6
21	0021	CACADOR	26 46 31	51 51 0	5
22	0022	PORTO UNIAO	26 13 46	51 4 54	3
23	0023	VIDEIRA	27 0 14	51 9 16	6
24	0024	CAMPOS NOVOS	27 24 7	51 13 29	4
25	0025	JOACABA	27 10 22	51 30 23	4
26	0026	CONCORDIA	27 13 55	52 1 26	3
27	0027	XANXERE	26 52 0	52 24 0	5
28	0028	CHAPECO	27 6 21	52 36 44	5
29	0029	SAO LOURENCO DO OESTE	26 23 0	52 49 18	5
30	0030	PALMITOS	27 38 40	53 11 0	2
31	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	26 43 0	53 31 0	4
32	0032	DIONISIO CERQUEIRA	26 14 58	53 38 15	2

** RELATORIO DOS VIZINHOS DE CADA NO' **

NUM	CODIGO	NOME	DIST.	PAVIM.	IMPEDANCIA	ESTR.
-->		FLORIANOPOLIS				
1	0002	BALNEARIO CAMBORIU	74	1	1.000	1
2	0003	IMBITUBA	81	1	1.000	1
3	0019	LAGES	373	1	1.000	1
4	0008	BRUSQUE	112	1	1.000	1
5	0015	RIO DO SUL	250	1	1.000	1
-->		BALNEARIO CAMBORIU				
6	0001	FLORIANOPOLIS	74	1	1.000	1
7	0005	LAGUNA	28	1	1.000	1
-->		IMBITUBA				
8	0010	TUBARAO	51	1	1.000	1
9	0001	FLORIANOPOLIS	81	1	1.000	1
10	0002	BALNEARIO CAMBORIU	10	1	1.000	1
-->		ITAJAI				
11	0009	BLUMENAU	47	1	1.000	1
12	0007	JOINVILLE	88	1	1.000	1
13	0011	JARAGUA DO SUL	91	1	1.000	1
14	0008	BRUSQUE	100	1	1.000	1
15	0006	SAO FRANCISCO DO SUL	109	1	1.000	1
16	0010	TUBARAO	23	1	1.000	1
-->		LAGUNA				
17	0003	IMBITUBA	28	1	1.000	1
18	0007	JOINVILLE	61	1	1.000	1
-->		SAO FRANCISCO DO SUL				
19	0004	ITAJAI	109	1	1.000	1
20	0011	JARAGUA DO SUL	41	1	1.000	1
-->		JOINVILLE				
21	0006	SAO FRANCISCO DO SUL	61	1	1.000	1
22	0012	SAO BENTO DO SUL	78	1	1.000	1
23	0004	ITAJAI	32	1	1.000	1
-->		BRUSQUE				
24	0009	BLUMENAU	35	1	1.000	1
25	0001	FLORIANOPOLIS	112	1	1.000	1
26	0008	BRUSQUE	35	1	1.000	1
-->		BLUMENAU				
27	0004	ITAJAI	47	1	1.000	1
28	0011	JARAGUA DO SUL	58	1	1.000	1
29	0015	RIO DO SUL	87	1	1.000	1
30	0005	LAGUNA	23	1	1.000	1
-->		TUBARAO				
31	0003	IMBITUBA	51	1	1.000	1
32	0013	CRICIUMA	52	1	1.000	1
33	0017	SAO JOAQUIM	145	1	1.000	1
34	0007	JOINVILLE	41	1	1.000	1
-->		JARAGUA DO SUL				
35	0012	SAO BENTO DO SUL	53	1	1.000	1
36	0009	BLUMENAU	58	1	1.000	1
37	0004	ITAJAI	91	1	1.000	1
38	0011	JARAGUA DO SUL	53	1	1.000	1
-->		SAO BENTO DO SUL				
39	0016	MAFRA	60	1	1.000	1
40	0007	JOINVILLE	78	1	1.000	1
41	0014	ARARANGUA	33	1	1.000	1

** RELATORIO DOS VIZINHOS DE CADA NO' **

NUM	CODIGO	NOME	DIST.	PAVIM.	IMPEDANCIA	ESTR.
-->		CRICIUMA				
42	0010	TUBARAO	52	1	1.000	1
43	0017	SAD JOAQUIM	126	1	1.000	1
44	0013	CRICIUMA	33	1	1.000	1
-->		ARARANGUA				
45	0009	BLUMENAU	87	1	1.000	1
-->		RIO DO SUL				
46	0020	CURITIBANOS	109	1	1.000	1
47	0019	LAGES	126	1	1.000	1
48	0001	FLORIANOPOLIS	218	1	1.000	1
49	0012	SAD BENTO DO SUL	60	1	1.000	1
-->		MAFRA				
50	0018	CANOINHAS	70	1	1.000	1
51	0020	CURITIBANOS	200	1	1.000	1
52	0021	CACADOR	207	1	1.000	1
53	0023	VIDEIRA	215	1	1.000	1
54	0019	LAGES	76	1	1.000	1
-->		SAD JOAQUIM				
55	0013	CRICIUMA	126	1	1.000	1
56	0010	TUBARAO	145	1	1.000	1
57	0016	MAFRA	70	1	1.000	1
-->		CANOINHAS				
58	0022	PORTO UNIAO	75	1	1.000	1
59	0020	CURITIBANOS	176	1	1.000	1
60	0021	CACADOR	180	1	1.000	1
61	0023	VIDEIRA	188	1	1.000	1
62	0017	SAD JOAQUIM	76	1	1.000	1
-->		LAGES				
63	0020	CURITIBANOS	78	1	1.000	1
64	0015	RIO DO SUL	126	1	1.000	1
65	0024	CAMPOS NOVOS	145	1	1.000	1
66	0001	FLORIANOPOLIS	373	1	1.000	1
67	0024	CAMPOS NOVOS	67	1	1.000	1
-->		CURITIBANOS				
68	0019	LAGES	78	1	1.000	1
69	0023	VIDEIRA	106	1	1.000	1
70	0015	RIO DO SUL	109	1	1.000	1
71	0018	CANOINHAS	176	1	1.000	1
72	0016	MAFRA	200	1	1.000	1
73	0023	VIDEIRA	35	1	1.000	1
-->		CACADOR				
74	0022	PORTO UNIAO	135	1	1.000	1
75	0018	CANOINHAS	180	1	1.000	1
76	0016	MAFRA	207	1	1.000	1
77	0029	SAD LOURENCO DO OESTE	265	1	1.000	1
78	0018	CANOINHAS	75	1	1.000	1
-->		PORTO UNIAO				
79	0021	CACADOR	135	1	1.000	1
80	0029	SAD LOURENCO DO OESTE	227	1	1.000	1
81	0021	CACADOR	35	1	1.000	1
-->		VIDEIRA				
82	0025	JOACABA	62	1	1.000	1
83	0024	CAMPOS NOVOS	89	1	1.000	1

** RELATORIO DOS VIZINHOS DE CADA NO. **

NUM	CODIGO	NOME	DIST.	PAVIM.	IMPEDANCIA	ESTR.
-->		VIDEIRA				
84	0020	CURITIBANOS	106	1	1.000	1
85	0018	CANDINHAS	188	1	1.000	1
86	0016	MAFRA	215	1	1.000	1
87	0025	JOACABA	43	1	1.000	1
-->		CAMPOS NOVOS				
88	0023	VIDEIRA	59	1	1.000	1
89	0020	CURITIBANOS	67	1	1.000	1
90	0019	LAGES	145	1	1.000	1
91	0024	CAMPOS NOVOS	43	1	1.000	1
-->		JOACABA				
92	0023	VIDEIRA	62	1	1.000	1
93	0026	CONCORDIA	75	1	1.000	1
94	0027	XANXERE	122	1	1.000	1
95	0025	JOACABA	75	1	1.000	1
-->		CONCORDIA				
96	0028	CHAPECO	98	1	1.000	1
97	0027	XANXERE	109	1	1.000	1
98	0025	JOACABA	122	1	1.000	1
-->		XANXERE				
99	0026	CONCORDIA	109	1	1.000	1
100	0028	CHAPECO	43	1	1.000	1
101	0029	SAO LOURENCO DO OESTE	90	1	1.000	1
102	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	154	1	1.000	1
103	0027	XANXERE	4	3	1.000	1
-->		CHAPECO				
104	0030	PALMITOS	59	1	1.000	1
105	0026	CONCORDIA	98	1	1.000	1
106	0029	SAO LOURENCO DO OESTE	105	1	1.000	1
107	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	129	1	1.000	1
108	0027	XANXERE	90	1	1.000	1
-->		SAO LOURENCO DO OESTE				
109	0028	CHAPECO	105	1	1.000	1
110	0032	DIONISIO CERQUEIRA	140	1	1.000	1
111	0022	PORTO UNIAO	227	1	1.000	1
112	0021	CACADOR	265	1	1.000	1
113	0028	CHAPECO	59	1	1.000	1
-->		PALMITOS				
114	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	97	1	1.000	1
115	0032	DIONISIO CERQUEIRA	73	1	1.000	1
-->		SAO MIGUEL DO OESTE				
116	0030	PALMITOS	97	1	1.000	1
117	0028	CHAPECO	129	1	1.000	1
118	0027	XANXERE	154	1	1.000	1
119	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	73	1	1.000	1
-->		DIONISIO CERQUEIRA				
120	0029	SAO LOURENCO DO OESTE	140	1	1.000	1
121	0031	SAO MIGUEL DO OESTE	216	1	1.000	1

Anexo 13 - Consultas Efetuadas ao Módulo Rota Ótima

1) Código do Transportador: 3333

Placa do Veículo: AN2987

Cidade Origem: 0014

Cidade Destino: 0018

Cidades a Evitar: Nenhuma

Tempo Máximo de Viagem: Livre

Rota Encontrada:

0014-0013-0010-0003-0001-0008-0009-0011-0012-0016-0018

Fretes Associados: número 0002 de 0014 para 0001

número 0008 de 0001 para 0011

número 0009 de 0011 para 0018

2) Código do Transportador: 8888

Placa do Veículo: AK3003

Cidade Origem: 0006

Cidade Destino: 0030

Cidades a Evitar: Nenhuma

Tempo Máximo de Viagem: Livre

Rota Encontrada:

0006-0007-0011-0009-0015-0020-0024-0025-0026-0028-0030

Fretes Associados: número 0020 de 0006 para 0020

número 0021 de 0020 para 0028

Obs: vazio de 0028 para 0030

3) Código do Transportador: 5555

Placa do Veículo: AD0876

Cidade Origem: 0006

Cidade Destino: 0030

Cidades a Evitar: Nenhuma

Tempo Máximo de Viagem: Livre

Rota Encontrada:

0006-0007-0011-0009-0015-0020-0024-0025-0026-0028-0030

Fretes Associados: número 0020 de 0006 para 0020

número 0021 de 0020 para 0028

Obs: vazio de 0028 para 0030

Retorno:

0030-0028-0026-0025-0023-0016-0012-0007-0006

Fretes Associados: número 0014 de 0030 para 0006

Anexo 14 - Relatórios Gerados pelo Módulo Rota Ótima Destinados aos
Transportadores

1.a Consulta:

Rota a seguir :

Ararangua-Criciúma-Tubarão-Imbituba-Florianópolis-Brusque-
Blumenau-Jaraguá do Sul-São Bento do Sul-Mafra-Canoinhas

Cargas a Transportar:

1-De Ararangua para Florianópolis

Fornecedor: Empresa de Produtos Alimentícios S/A
Rua Machado de Assis, 2325
Ararangua - SC

2-De Florianópolis para Jaraguá do Sul

Fornecedor: Empresa de Alimentos Número Um Ltda
Rua Um de Novembro, 1111
Florianópolis - SC

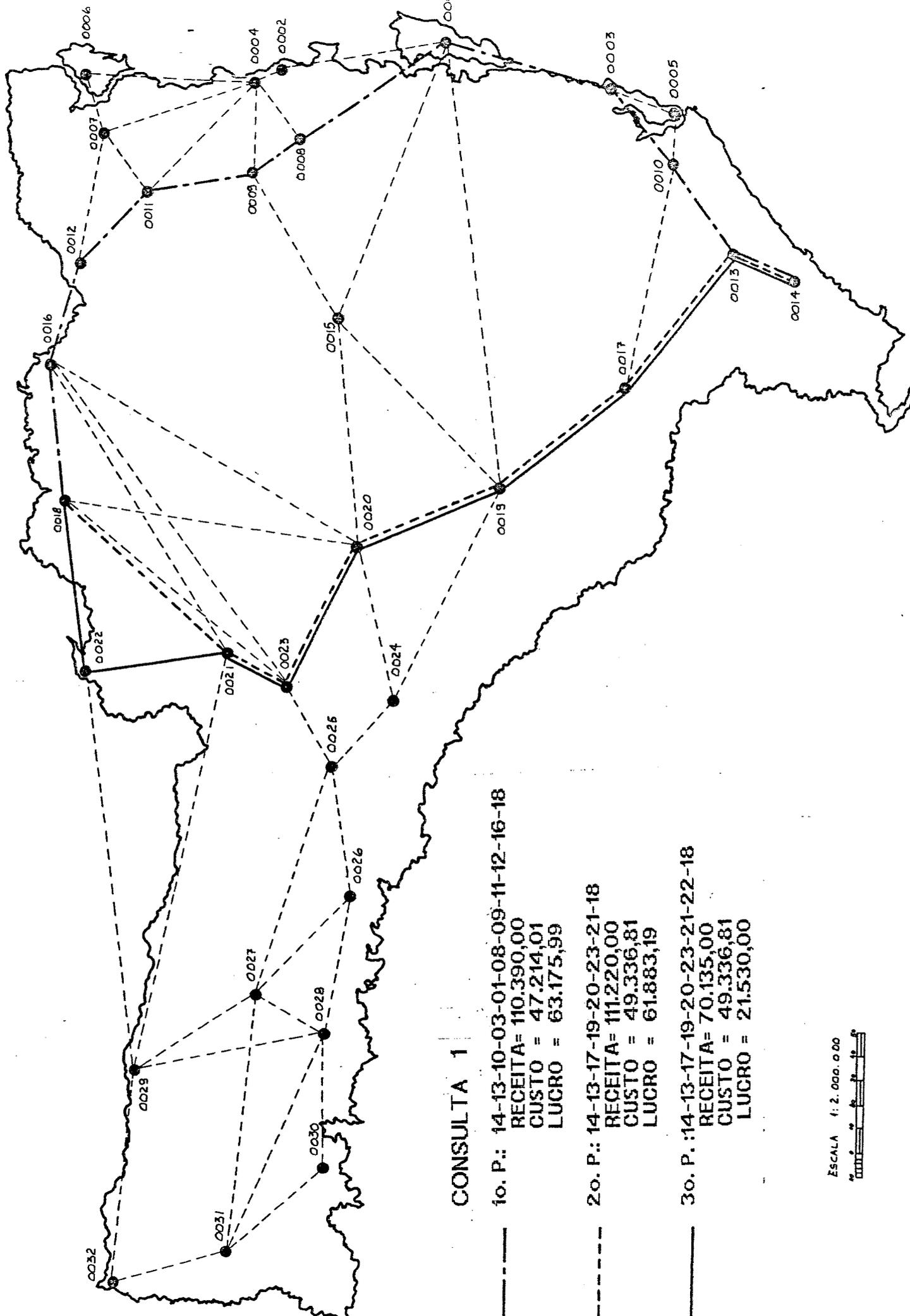
3-De Jaraguá do Sul para Canoinhas

Fornecedor: Armazem Seis Estradas Ltda
Rua Seis de Novembro, 6666
Jaraguá do Sul - SC

Anexo 15 - Rotas Armazenadas pelo Mecanismo de Controle do Módulo Rota
ótima

Capac. Veic.	Tipo Carr.	Rota
8300	2	0014-0013-0010-0003-0001-0008-0009-0011-0012-0016-0018
25000	2	0006-0007-0011-0009-0015-0020-0024-0025-0026-0028-0030
25000	2	0030-0028-0026-0025-0023-0016-0012-0007-0006

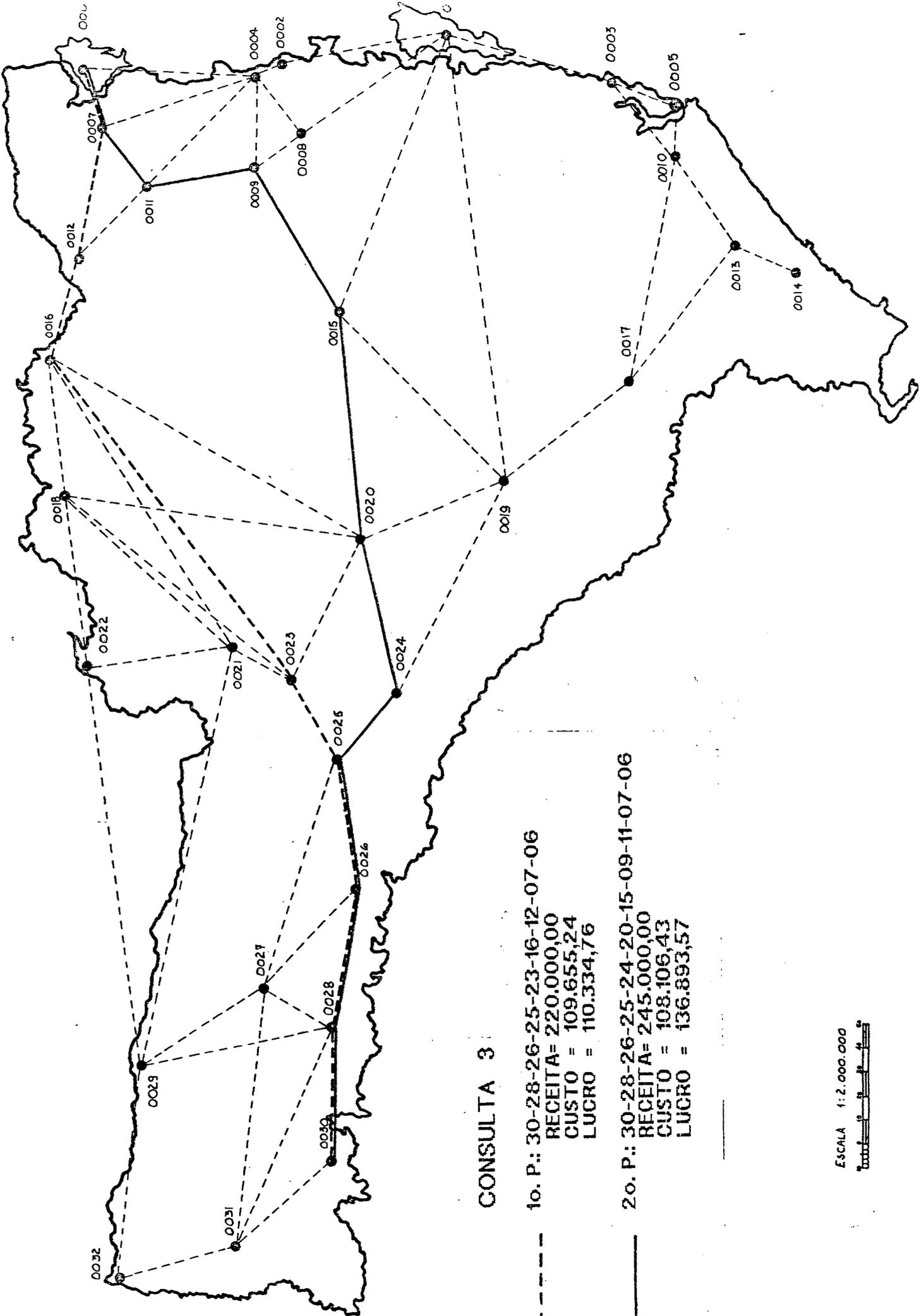
Anexo 16 - Representação Gráfica das Rotas Determinadas pelo Módulo
Rota Ótima



CONSULTA 1

- 1o. P.: 14-13-10-03-01-08-09-11-12-16-18
 RECEITA= 110.390,00
 CUSTO = 47.214,01
 LUCRO = 63.175,99
- 2o. P.: 14-13-17-19-20-23-21-18
 RECEITA= 111.220,00
 CUSTO = 49.336,81
 LUCRO = 61.883,19
- 3o. P.: 14-13-17-19-20-23-21-22-18
 RECEITA= 70.135,00
 CUSTO = 49.336,81
 LUCRO = 21.530,00

ESCALA 1: 2.000.000



CONSULTA 3

1o. P.: 30-28-26-25-23-16-12-07-06

RECEITA= 220.000,00

CUSTO = 109.655,24

LUCRO = 110.334,76

2o. P.: 30-28-26-25-24-20-15-09-11-07-06

RECEITA= 245.000,00

CUSTO = 108.106,43

LUCRO = 136.893,57

ESCALA 1:2.000.000



Anexo 17 - Relatórios Gerados pelo Módulo Supervisor

RELATORIO DE ATIVIDADES - PERIODO: 12/11/90 A 16/11/90

N.CIF	DATA	TRANSP.CADASTR.	FORNEC.CADASTR.	FRETES CADASTR.	CONSULTAS EFETUADAS
1	12/11/90	7	8	37	26
1	13/11/90	3	4	25	35
1	14/11/90	8	3	32	25
1	15/11/90	2	12	29	30
1	16/11/90	9	15	37	32

TABELA DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO - PERIODO: 12/11/90 A 16/11/90

N.CIF	TOTAL TRANSP.	TRANSP.CADAST.	TOTAL FORNEC.	FORNEC.CADAST.	FRETES CADAST.	CONSULTAS EFETUADAS
	CADASTRADOS	NO PERIODO	CADASTRADOS	NO PERIODO	NO PERIODO	NO PERIODO
1	74	29	80	32	150	183