

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA RACIONALIZAÇÃO DO FLUXO DE
TRANSPORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UMA EMPRESA
SUCROALCOOLEIRA**

**Santa Bárbara d'Oeste
2003**

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA RACIONALIZAÇÃO DO FLUXO DE
TRANSPORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UMA EMPRESA
SUCROALCOOLEIRA**

Paulo Roberto Longhi

Orientador: Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Santa Bárbara d'Oeste
2003

**PROPOSTA DE UM SISTEMA PARA RACIONALIZAÇÃO DO FLUXO DE
TRANSPORTE DA CANA-DE-AÇÚCAR EM UMA EMPRESA
SUCROALCOOLEIRA**

PAULO ROBERTO LONGHI

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 26 de setembro de 2003, pela
Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Fernando Bernardi de Souza, Presidente
UNIMEP

Prof. Dr. Neócles Alves Pereira
UFSCar

Prof. Dr. José Carlos Matyis, Membro Externo
Gerente Operacional do Grupo Cosan

Prof. Dr. Fernando Celso de Campos, Convidado Especial
UNIMEP

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Fernando Bernardi de Souza e Neócles Alves Pereira, pelas orientações e incentivo dispensados à elaboração desse trabalho.

À Professora Maria Isabel Santoro, pelo carinho, dedicação e paciência com que desenvolveu o trabalho de leitura e revisão.

À Diretoria, aos gerentes e funcionários das empresas onde sou colaborador e onde foi elaborado a Proposta de um Sistema para Racionalização do Fluxo de Transporte da Cana-de-açúcar em uma Empresa Sucroalcooleira, pela atenção que me foi dispensada e pelas importantes informações que tanto enriqueceram este trabalho.

À minha esposa Silvia, filha Juliana e as netas Nayana e Isabelle, pela paciência e compreensão durante o tempo que lhes privei de minha companhia.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	I
Lista de Abreviaturas e Siglas	IV
Lista de Tabelas	V
Resumo	VI
<i>Abstract</i>	VII

CAPÍTULO 1

1. Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Relevância do Tema	3
1.3 Metodologia de Pesquisa	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo Específico	7
1.4.2 Estrutura do Trabalho	7

CAPÍTULO 2

2. Revisão da Literatura	9
2.1 Introdução	9
2.2 Trabalhos desenvolvidos sobre Transportes de Cana-de-açúcar em Empresa Sucroalcooleira	10
2.2.1 Trabalho Desenvolvido por Hahn	11
2.2.2 Trabalho Desenvolvido por Grisotto	13
2.2.3 Trabalho Desenvolvido por Preto	15

2.2.4	Trabalho Desenvolvido por Iannoni	17
2.3	Tecnologia de Apoio ao Transporte da Cana-de-açúcar	20
2.3.1	GPS - <i>Global Positioning System</i>	21
2.3.1.1	A Rádio-navegação	21
2.3.1.2	O Sistema GPS	22
2.3.1.3	Fatores que Afetam a Precisão do Sistema	25
2.3.1.4	Rastreamento dos Satélites	27
2.3.1.5	Canais	27
2.3.1.6	Antenas	28
2.3.1.7	Entrada de Dados	28
2.3.1.8	Receptores GPS	30
2.3.2	Radiofrequência	32
2.3.2.1	O Espectro Eletromagnético	32
2.3.2.2	Transmissão de Rádio	33
2.4	Aspectos Logísticos no Transporte da Cana-de-Açúcar	35

CAPÍTULO 3

3.	Caracterização do Problema	37
3.1	Descrição do Transporte	40
3.1.1	Zonas ou Seções, Talhões e Frentes de Corte	41
3.1.2	Caminhões, Carregadeiras, Rebocadores e Tratores	41
3.1.3	Descarregamento	43

CAPÍTULO 4

4.	Modelo Proposto	44
4.1	Características Gerais	44
4.2	Funcionamento do Sistema de Monitoramento de Frota	45
4.2.1	Funções do Computador de Bordo	47

4.2.2	Processamento do Modelo Proposto	50
4.2.3	Descrição do Modelo Proposto	52
4.2.4	Simulando alguns conjuntos de dados no SMF	57

CAPÍTULO 5

5.	Conclusão e Próximas Etapas	65
5.1	Vantagens do Sistema Proposto	66
5.2	Fatores Limitantes à Implementação do Sistema Proposto	68
5.3	Desdobramento desta Pesquisa	69

	Glossário	71
	Referências Bibliográficas	77
	Referências Consultadas	79

Anexos

Anexo A	- Descrição Detalhada do Sistema de Monitoramento de Frota	81
Anexo B	- Ilustrações de Planejamento, Corte e Carregamento da Cana-de-açúcar Cortada Manualmente	111
Anexo C	- Ilustrações do Carregamento e Transporte da Cana-de-açúcar Cortada por Colhedeira Mecanizada	124
Anexo D	- Proposta Orçamentária	134
Anexo E	- Tabela de Preços	140
Anexo F	- Sistema GPS versus Radiofrequência	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo dos passos seguidos na pesquisa	6
Figura 2: Esquema de alocação de veículos segundo o modelo por frentes fixas de carregamento	39
Figura 3: Esquema de alocação de veículos segundo o modelo Por frentes de carregamento monitorada ou dinâmica	40
Figura 4: À esquerda, encontra-se a cápsula de proteção (fabricada em Kevlar). Contém em seu interior, a antena e o sistema GPS. É instalada sobre o teto no veículo. À direita, encontra-se o computador de bordo.	48
Figura 5: Esquema de monitoramento de veículo por satélite (GPS)	51
Figura 6: Mapas do sistema de 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC', que efetua o acompanhamento dos veículos (roteiro e condições)	52
Figura 7: Fluxograma representativo do modelo SMF	55
Figura 8: Tela de Cadastramento da Quantidade de Tonelada de Cana-de-açúcar Processada pela Usina	58
Figura 9: Tela de Simulação do Movimento da Frota	59
Figura 10: Tela de Simulação do Movimento da Frota	60
Figura 11: Tela de Posicionamento dos Veículos	62
Figura 12: Tela de Relação de Veículos Aguardando Serviço	63
Figura 13: Tela de Análise dos Veículos Programados por Frente de Corte	64
Figura 14: Tela principal do SMF	81
Figura 15: Tela de Cadastros do SMF	82
Figura 17: Tela de Frente de Carregamento do SMF	83
Figura 19: Tela de Motivos de Paralisação	84
Figura 20: Tela de Cadastro de Motivos de Paralisação	85

Figura 22: Tela de Cadastro de Tipo de Veículo	86
Figura 23: Tela de Relação do Cadastro de Tipo de Veículo	87
Figura 25: Tela de Cadastro de Veículos	88
Figura 26: Tela de Relação do Cadastro de Veículos	89
Figura 27: Tela de Simulação do SMF	90
Figura 29: Tela de Cadastramento da Quantidade de Tonelada de Cana-de-açúcar Processada pela Usina	92
Figura 30: Tela de Simulação do Movimento da Frota	93
Figura 31: Tela de Movimento da Frota Programada nas 24 hs	96
Figura 32: Tela de Apresentação de Veículos Alocados para uma determinada frente de carregamento	97
Figura 33: Tela de Posicionamento dos Veículos	98
Figura 34: Tela de Relação de Veículos Paralisados	100
Figura 35: Tela de Relação de Veículos Aguardando Serviço	101
Figura 37: Tela de Análise dos Veículos Programados por Frente de Carregamento	103
Figura 38: Tela de Análise Automática dos Veículos	104
Figura 40: Tela de Relação da Análise Automática dos Veículos	106
Figura 41: Tela de Análise Geral de Veículos / Máquinas	108
Figura 42: Tela de Localização de Veículo	110
Figura 43: Mapa de uma Fazenda	111
Figura 44: Corte de Cana Manual	112
Figura 45: Compasso	113
Figura 46: Rodotrem	114
Figura 47: Cavalo (veículo)	115
Figura 48: Julieta vazia	116
Figura 49: Rebocador com Julieta vazia	117
Figura 50: Rebocador com Julieta acompanhando carregadeira	118
Figura 51: Carregadeira colhendo leira de cana-de-açúcar	119
Figura 52: Carregadeira apanhando a leira de cana-de-açúcar	120

Figura 53: Carregadeira colocando cana na Julieta	121
Figura 54: Rebocador transportando Julieta carregada	122
Figura 55: Julieta desengatada do reboque	123
Figura 56: Julieta de cana picada	124
Figura 57: Colhedeira mecanizada	125
Figura 58: Rebocador, Transbordo e Colhedeira Mecanizada	126
Figura 59: Transbordo e Colhedeira Mecanizada	127
Figura 60: Rebocador com Transbordo carregado	128
Figura 61: Rebocador com Transbordo paralelo à Julieta	129
Figura 62: Transbordo carregando Julieta I	130
Figura 63: Transbordo carregando Julieta II	131
Figura 64: Transbordo carregando Julieta III	132
Figura 65: HILLO - Aparelho em forma de V invertido	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS II	formato de texto de um PC comum
AM	ondas médias
AS	fonte da Disponibilidade Seletiva – <i>Selective Availability</i>
CA	código geral
ct	custo de um caminhão do tipo t
DER	Departamento Estadual de Rodagem
f	frequência
Ft	frota de caminhões do tipo t
GHz	<i>giga hertz</i>
HF	<i>Hight Frequency</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
L1	código P em onda de rádio de diferente freqüência
L2	código P em onda de rádio de diferente freqüência
MF	<i>Media Frequency</i> ou <i>Microond Frequency</i>
MHz	<i>mega hertz</i> - o número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamada de freqüência, f, e é medida em Hz
NMEA	Protocolo NMEA – <i>National Maritime Eletronics Association</i>
NT	numero de tipos de caminhão
P	código de precisão
PRN	código de identidade (<i>Pseudo-Random Code</i> – PRN)
SMF	Sistema de Monitoramento de Frota
t	tipo
VF	<i>Low Frequency</i>
VLF	<i>Very Large Frequency</i>
2D	o receptor pode determinar uma posição latitude/longitude – que é chamada posição fixa 2D – bi-dimensional
3D	o receptor pode determinar uma posição latitude/longitude e altitude

LISTA DE TABELAS

Tabela Frente de Carregamento	83
Tabela de Motivos	84
Tabela de Cadastro de Tipos de Veículos	86
Tabela de Cadastro de Veículos	88
Tabela de Movimento de veículos	91
Tabela de Veículos Programados	102
Tabela de Máquinas Automática e Monitorada	106
Tabela de Preço do Hardware Principal	135
Tabela de Preço de Hardware Acessório Opcional Exclusivo para Carretas	136
Tabela de Software, Mapas e Suporte (gratuitos)	136
Tabela de Orçamento de Preços de Serviços	139
Tabela de Custo da Tonelada de Cana por KM	140
Tabela de Custo da Tonelada em US\$	140

LONGHI, Paulo Roberto. Proposta de um sistema para racionalização do fluxo de transporte da cana-de-açúcar em uma empresa sucroalcooleira. Santa Bárbara d'Oeste, 2003. 142 f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba.

RESUMO

Este estudo apresenta um procedimento para dimensionamento de veículos a partir de uma alocação inicial de caminhões às frentes de carregamento da cana-de-açúcar, bem como da alocação dinâmica dos caminhões às frentes. Para tal, a partir de um sistema de monitoramento terrestre, são enviados dados de posicionamento dos veículos para um sistema computadorizado (Sistema de Monitoramento de Frota - SMF) que efetuará automaticamente a distribuição dos veículos para as frentes de carregamento. O sistema proposto é composto por dois módulos. O primeiro permite dimensionar a quantidade de máquinas e tipos de veículos a serem utilizados no carregamento e transporte da cana-de-açúcar da lavoura até a usina. O segundo efetua o monitoramento automático, dinâmico e constante desses veículos, com a finalidade de minimizar custos e reduzir filas nos pátios da usina e das frentes de carregamento.

PALAVRAS-CHAVES: Transporte de cana-de-açúcar, Logística, Racionalização de transporte, Alocação de veículos

LONGHI, Paulo Roberto. Proposta de um sistema para racionalização do fluxo de transporte da cana-de-açúcar em uma empresa sucroalcooleira. Santa Bárbara d'Oeste, 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba.

Proposal of a system for sugar-cane transport flow rationalization in a sucroalcooleira company

ABSTRACT

This study presents a procedure to calculate the vehicles which use basically a heuristic to the initial allocation of lorries ahead of sugar cane cutting as well as the dynamic allocation of lorries. In such a way a land monitor system is used to send position data of the vehicles to a computerized system (System of Fleet Monitoring - SMF) which carries out automatically the distribution of the vehicles to the fronts of sugar cane cutting. The proposed system is composed by two modules. The first allows to calculate the quantity of machines and kinds of vehicles to be used in the loading and transportation of the sugar cane from the field to the sugar cane mill. The second does the automatic, dynamic and constant monitoring of these vehicles in order to minimize costs and reduce queues on the mill patio and in the cutting fronts.

KEYWORDS: *Sugar-cane transportation, Logistics, Transport rationalization, Vehicle allocation*

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As empresas sucroalcooleiras sempre tiveram sua atenção voltada para a matéria-prima, para a cana-de-açúcar, e para o produto final, o açúcar ou álcool. Na área agrícola, as pesquisas sempre foram voltadas ao desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar mais resistentes ao clima, pragas, precocidade e variedades mais adaptadas aos tipos de solo de cada região.

Na área industrial, tendo em vista o constante progresso do setor em outros países do mundo, há pouco mais de uma década, iniciou-se o processo de modernização, com grandes investimentos no setor de automação, propiciando maior competitividade ao parque industrial sucroalcooleiro. Atualmente, a sociedade pode desfrutar de um processo de geração de energia natural, à base de vapor produzido através da queima de detritos da própria cana-de-açúcar, constituindo, assim, de fonte renovável de energia, de baixo custo e sem agressão ao meio-ambiente.

Para Yamada (1999), o aumento de competitividade no setor sucroalcooleiro trouxe a necessidade de novas técnicas, equipamentos e recursos que possam auxiliar na melhoria do planejamento e controle do processo produtivo.

De outra parte, nota-se que o setor de transporte da cana-de-açúcar da lavoura para o parque industrial permaneceu, durante algum tempo, à margem do processo de modernização agrícola e industrial. Surgiram, entretanto, algumas pesquisas relatando o progresso alcançado em termos de aprimoramentos nos

processos logísticos. Eid (1996), por exemplo, apresenta algumas inovações relacionadas à melhoria dos sistemas logísticos.

Para Iannoni (2002), “os sistemas logísticos são fundamentais para melhorar a eficiência operacional de usinas de cana-de-açúcar, pois atuam na integração de operações agrícolas e industriais”. Ainda segundo a autora, um importante objetivo desses sistemas é conseguir coordenar os processos de corte, carregamento e transporte da cana do campo até a área industrial, de maneira a suprir adequadamente a demanda necessária na área industrial.

“Idealmente, o sistema de recepção, que compreende operações como pesagem, amostragem, armazenagem intermediária e descarga da cana nas moendas, deve operar com um fluxo da cana transportada do campo à usina que permita alimentação uniforme das moendas. Se tal situação não ocorre, pode haver parada nas moendas, o que é altamente prejudicial à usina. No entanto, manter a moenda funcionando com quantidade da cana descarregada insuficiente para alimentá-la pode implicar em desperdícios de energia e aumento dos custos”, (IANNONI, 2002, p. 1). Prover um fluxo uniforme da cana das frentes de carregamento às usinas é papel do sistema logístico.

Dada a importância dos aspectos logísticos do transporte da cana-de-açúcar das frentes de carregamento às usinas, este trabalho busca o desenvolvimento de um sistema que possa trazer benefícios neste sentido. De um modo geral, o objetivo deste estudo é permitir que as usinas deixem de alocar e controlar a frota de veículos segundo a lógica de frentes fixas para trabalhar segundo o conceito de frentes dinâmicas ou monitoradas.

Para tal, o sistema proposto deve receber informações em tempo real da localização dos veículos nos diversos estágios (na pesagem, no descarregamento,

em trânsito, em espera ou em carregamento). Dentre as vantagens relacionadas ao uso deste sistema, está a redução do tempo médio de transporte e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. São esperados, portanto, benefícios diretos às usinas e, indiretamente, a toda a cadeia de suprimentos.

Com base nisso, desenvolveu-se o presente estudo, o qual pretende contribuir com novas soluções para as questões logísticas de transporte da cana-de-açúcar, das áreas de plantio até às usinas. Sua solução pode reduzir perdas, levando a uma considerável economia, tendo em vista que, atualmente, não há uma forma sistematizada e racional de comandar o uso de grandes frotas com vários tipos de veículos.

A partir de dados levantados em campo, desenvolveu-se uma sistematização que representa as atividades envolvidas no carregamento, reboque, transporte e descarregamento da cana-de-açúcar. O sistema apresenta um módulo para alocação inicial de veículos utilizando basicamente uma heurística desenvolvida pelo autor.

Em outro módulo é feito o acompanhamento dinâmico da frota entre a usina, a frente de carregamento e a usina novamente, tendo como ponto de partida a saída da balança de pesagem de tara. A alocação dos veículos à frente de carregamento se dará automática e dinamicamente, em função da situação de cada uma delas.

1.2 Relevância do Tema

Os aspectos logísticos envolvidos com o transporte da cana-de-açúcar possuem grande importância para o desempenho do negócio sucroalcooleiro. Um mau planejamento e controle das operações logísticas acabam por acarretar um aumento dos custos da empresa, muitas vezes relacionados a:

- Aumento de horas trabalhadas pelos motoristas e operadores de máquinas;
- Aumento do tempo total de transporte das frentes de carregamento para as usinas;
- Aumento dos riscos associados à falta de matéria-prima (cana-de-açúcar) nas operações de moagem;
- Dificuldades em permitir uma adequada manutenção da frota.

As empresas sucroalcooleiras buscam se adequar ao cenário da economia mundial por meio de inovações no sentido de integrar as áreas agrícola e industrial. Neste sentido, torna-se essencial possuir uma ferramenta que possibilite ao operador de frota (conhecido no ramo sucroalcooleiro como *dispatcher*) ter acesso a informações que lhe permita tomar decisões quanto a melhor alocação de veículos às frentes de carregamento. Tais decisões poderiam ter impactos bastante positivos quanto à eliminação dos problemas acima citados.

Um sistema como proposto neste trabalho vem justamente procurar suprir a ausência de informações necessárias para boas decisões quanto aos aspectos mencionados.

Por fim, deve-se destacar que a relevância do trabalho foi inicialmente identificada devido ao conhecimento deste pesquisador com o tema proposto. Este autor possui vasta experiência com o transporte de cana-de-açúcar, tendo trabalhado por mais de 25 anos neste ramo, atuando como analista de sistemas e atualmente como auditor de sistemas de informação em empresas do setor sucroalcooleiro.

1.3 Metodologia de Pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido em diversas etapas distintas. Primeiramente, foi identificado um tema (voltado às questões logísticas no transporte da cana-de-açúcar) visto como de grande importância à empresa sucroalcooleira. Numa segunda etapa, buscou-se, via leitura de textos na área e da própria experiência do pesquisador, identificar as principais causas para o atual desempenho das operações logísticas no ramo sucroalcooleiro. Como comentado, tal situação está relacionada à maneira como os veículos são alocados às frentes de carregamento, notadamente, segundo o método de frentes fixas de carregamento. Por hipótese, espera-se que uma mudança para um sistema logístico que opere segundo a lógica de frentes dinâmicas ou monitoradas possa trazer benefícios como redução do tempo médio total de transporte e melhor aproveitamento dos recursos logísticos disponíveis.

Na seqüência, após as atividades de pesquisa e revisão literária sobre o tema, buscou-se desenvolver um sistema que, a partir de informações relativas ao posicionamento dos veículos, obtidas em tempo real, pudesse viabilizar a implementação de um modelo logístico baseado na lógica das frentes de carregamento dinâmicas.

Ainda que o sistema tenha sido desenvolvido a contento, a validação da hipótese de redução do tempo médio de transporte das frentes de carregamento à usina e as conseqüentes reduções de custos associadas não foram testadas nesta pesquisa, ficando como sugestão para trabalhos futuros. A figura 1 a seguir ilustra os passos seguidos durante o desenvolvimento da pesquisa.

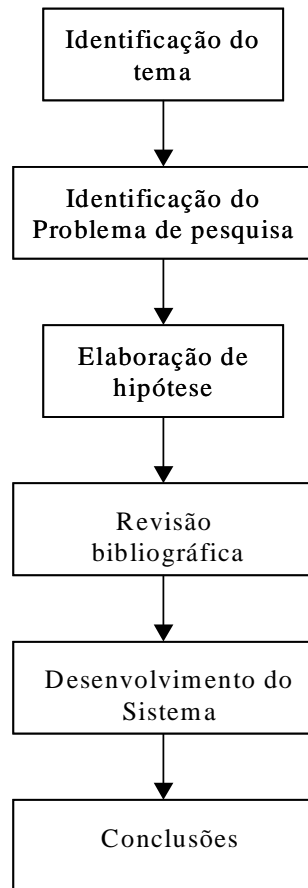


Figura 1: Esquema representativo dos passos seguidos na pesquisa

1.4 Objetivos

A presente pesquisa objetiva estudar e propor um procedimento computacional que possa apoiar a tomada de decisão quanto ao dimensionamento e alocação de veículos de transportes nas lavouras de cana-de-açúcar a partir das necessidades logísticas da usina.

1.4.1 Objetivo Específico

Este estudo tem o objetivo de apresentar um procedimento para dimensionamento de veículos utilizando uma solução heurística para alocação inicial e dinâmica de caminhões às frentes de carregamento de cana-de-açúcar. Para tanto, a partir dos dados relativos ao posicionamento dos veículos, buscar-se-á identificar a quantidade presente de veículos nas frentes de carregamento, os veículos em trânsito (indo ou retornando das frentes de carregamento) e assim, tomar decisões referentes ao melhor uso logístico dos veículos situados nos pátios da usina ou a caminho das frentes.

O sistema deve permitir que tanto as frentes de carregamento na lavoura, como a empresa, operem na plenitude de sua capacidade, atendendo assim as exigências de mercado atuais, de manter o máximo de aproveitamento da mão-de-obra, insumos e energia, com a conseqüente redução dos custos de produção.

1.4.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos relacionados com o problema de transporte da cana-de-açúcar.

No capítulo 2 é feita uma revisão geral nos problemas de transporte. Algumas tecnologias que podem auxiliar na implementação do sistema proposto são discutidas e a importância do aspecto logístico no transporte da cana-de-açúcar.

No capítulo 3 caracteriza-se o problema do transporte de cana-de-açúcar, e a necessidade de se mudar o modelo de frente fixa de carregamento na qual os

veículos estão alocados a uma frente de carregamento para uma frente monitorada de carregamento, na tentativa de otimizar o uso da frota existente.

No capítulo 4 é descrito o modelo dinâmico de transporte e o sistema computacional, para resolver o problema do planejamento operacional do transporte da cana-de-açúcar e também alguns aspectos sobre a implementação do Sistema de Monitoramento de Frota (SMF).

No capítulo 5, além das conclusões sobre o trabalho, são sugeridos alguns temas a serem desenvolvidos em próximas etapas.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Introdução

Poucos são os trabalhos publicados em livros a respeito de assunto tão específico como é o transporte da cana-de-açúcar. Portanto, foram consultados os bancos de dados da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar em setembro de 2002; Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP em outubro de 2002; Jornalcana em novembro de 2002 pelo site <http://www.canaweb.com.br>; STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil em outubro de 2002 pelo site <http://www.stab.org.br>; ISSCT - International Society of Sugar Cane Technologists em novembro de 2002 pelo site <http://www.issct.intnet.mu>; revista Banas Qualidade - Gestão, Processos e Meio Ambiente em dezembro de 2002 pelo site <http://www.banasqualidade.com.br> e outros sites de pesquisas, como o Google, Terra e Cadê em novembro e dezembro de 2002.

Revistas do setor publicam assuntos esporádicos sobre o assunto, enquanto que os fabricantes de veículos e equipamentos para o setor poluem-nas com propagandas.

Grisotto (1995), quando se refere à falta de bibliografia relacionada com o assunto específico de transporte da cana-de-açúcar da lavoura para a usina, afirma que “não foi possível classificar o problema tratado em nenhum dos temas estudados devido à sua particularidade e talvez não haja texto documentando problema similar”.

Ainda no tocante à falta de bibliografia relacionada ao assunto, Hahn (1994) comenta não se ter encontrado na literatura de Pesquisa Operacional nenhum

trabalho que aborde um problema de planejamento operacional similar ao estudado pelo autor. Os problemas estudados por Turnquist (1986) *apud* Hahn (1994) e Koenigsberg (1976) *apud* Hahn (1994), são os únicos que tratam de uma frota operando de forma cíclica entre um número resumido de pontos. Entretanto, os dois possuem inúmeras simplificações em relação ao da cana-de-açúcar e não tratam do planejamento operacional, mas sim do planejamento tático, não trazendo, portanto nenhuma contribuição significativa para o campo de conhecimento relacionado ao estudo logístico de transporte da cana-de-açúcar.

Em outro momento, Hahn (1994) afirma que os únicos trabalhos encontrados que tratam do problema específico do transporte da cana-de-açúcar foram na área agrícola. Estes trabalhos, segundo o autor, focaram na análise de custos e de viabilidade de diversos sistemas de corte, carregamento e transporte da cana, não tratando, entretanto do planejamento operacional da frota.

Percebe-se, portanto, uma total carência de publicações no tema de pesquisa aqui proposto. Tais carências, no entanto, não impediram o desenvolvimento desta pesquisa, a qual se fundamenta nos estudos abaixo discutidos e na experiência do pesquisador.

A seguir, são apresentados os principais trabalhos encontrados sobre o tema em estudo. Cada um destes estudos é apresentado, identificando as semelhanças e diferenças com a proposta deste trabalho.

Na seqüência, são discutidas duas tecnologias que poderão ser empregadas para viabilização do sistema proposto. Para tanto, serão apresentados o GPS (*Global Positioning System*) e a Radiofrequência, como alternativas tecnológicas de suporte à logística do transporte da cana-de-açúcar.

2.2 Trabalhos desenvolvidos sobre Transportes da Cana-de-açúcar em Empresa Sucroalcooleira

A seguir serão descritos quatro trabalhos, identificados na literatura como os que mais se aproximam da proposta aqui apresentada. Será visto, no entanto, que nenhum deles abordam o assunto da forma como tratado nesta pesquisa.

2.2.1 Trabalho Desenvolvido por Hahn

Hahn (1994), em seu trabalho, aborda o problema do planejamento a curto prazo do transporte da cana-de-açúcar em usinas de açúcar e álcool. Este problema consiste basicamente em determinar o número de caminhões, carregadeiras, colhedoras e tratores necessários, em um determinado dia, para transportar a cana de vários locais de corte situados a diferentes distâncias, até uma usina central, que opera vinte e quatro horas por dia, sem que haja interrupção na moagem da cana da mesma.

Hahn (1994) desenvolveu um simulador próprio e denominou de SISTEC - Simulador do Sistema de Transporte da Cana.

O SISTEC é uma ferramenta para análise do sistema de transporte da cana no período de um dia, que visa minimizar o número de equipamentos em operação por intermédio da previsão do desempenho do sistema para diversas configurações da usina, dos pontos de colheita e dos próprios equipamentos envolvidos no transporte da cana-de-açúcar.

Ainda, segundo Hahn (1994), o simulador desenvolvido é do tipo estocástico, com mecanismo de avanço de tempo orientado por eventos. A interface com o usuário se dá por meio de menus e janelas operadas por mouse, possuindo também saída gráfica dos principais parâmetros de interesse. Embora neste trabalho o SISTEC tenha sido utilizado apenas para simulação de usinas onde cada caminhão permanece alocado a uma única frente de carregamento durante todo o dia, ele pode, com pequenas modificações, ser utilizado para determinar melhores políticas de operações do sistema. Para validação do modelo proposto são analisados testes com dados reais de uma usina.

Conforme Hahn (1994), o SISTEC foi implementado na linguagem TURBO PASCAL, utilizando-se do pacote de simulação SIMÃO, que foi desenvolvido originalmente na Inglaterra e aperfeiçoado no IMECC (Instituto de Matemática , Estatística e Ciências da Computação) da UNICAMP.

O SISTEC permite considerar as seguintes características:

- Vários tipos de caminhões com diferentes capacidades e tempos de operação;
- Mudança dos equipamentos de uma frente de carregamento encerrada para outra que inicia o transporte;
- Diferença entre frentes de carregamento que operam com carregadeiras e frentes que operam com colhedadeiras;
- Podem ser consideradas várias trocas de turno por período;
- O tempo perdido diariamente pelos caminhões em manutenção;
- Capacidade máxima de estocagem na usina.

Hahn (1994) ainda, em sua tese, sugere como tema para pesquisas futuras, os itens:

- a) Levantamento de regras para despacho econômico dos caminhões;
- b) Interfaceamento com uma base de dados;
- c) Projeto e implementação de um sistema otimizador;
- d) Implementação do sistema de controle em tempo real;
- e) Projeto e implementação do animador gráfico.

Convém notar que o presente estudo busca contribuir para os itens c, d acima, ou seja, o estudo de Hahn (1994) está mais voltado a sistemas de simulação, que não permite que decisões em tempo real sejam tomadas a contento. O trabalho aqui proposto, por sua vez, tem exatamente esta proposta, isto é, permitir que

decisões referentes a melhor alocação de veículos de transporte da cana-de-açúcar possam ser tomadas com base em informações coletadas em tempo real.

2.2.2 Trabalho Desenvolvido por Grisotto

Grisotto (1995), em seu estudo sobre a otimização do transporte da cana-de-açúcar em usinas produtoras de açúcar e álcool, considera o problema complexo, mas que sua solução pode reduzir perdas levando a uma considerável economia, tendo em vista que atualmente não existe uma forma sistematizada e racional de comandar o uso de grandes frotas com vários tipos de veículos.

A partir de dados levantados em campo, formulou um modelo matemático que representa as atividades envolvidas no carregamento, transporte e descarregamento da cana. Para o autor, o modelo enquadra-se na categoria de problema de “fluxo com restrições adicionais” não fosse a restrição de integralidade das variáveis.

Para Grisotto (1995), quando se refere à falta de bibliografia relacionada com o assunto específico de transporte da cana-de-açúcar da lavoura para a usina “não foi possível classificar o problema tratado em nenhum dos temas estudados devido à sua particularidade e talvez não haja texto documentando problema similar”.

Na modelagem, o autor usou uma técnica de discretização das atividades em unidades de tempo, produzindo sistemas de grande porte. Dessa forma, resolveu seguir sua linha de raciocínio e desenvolveu um modelo matemático das operações do transporte da cana-de-açúcar, cuja resolução envolve a associação de método exato e uma heurística.

O estudo utiliza esse modelo matemático para calcular a quantidade de caminhões que devem ser usados no transporte da cana para que as usinas não sofram paradas por falta de matéria-prima.

A função objetivo desse modelo é obter uma frota de menor custo que opere o sistema, portanto, deseja-se minimizar a somatória de ct (custo de um caminhão do tipo t) multiplicado por F_t (frota de caminhões do tipo t), elevada a NT (numero de tipos de caminhão), numa base onde t (tipo) é igual a 1.

Foram desenvolvidas equações que representavam a frota de caminhões, as filas nas frentes de carregamento, as filas na usina, número de carregadeiras, pontos de descarregamento, estoque nas frentes de carregamento, estoque na usina.

As tecnologias voltadas ao transporte da cana-de-açúcar são dinâmicas e em constante evolução. Empresas do ramo estão sempre desenvolvendo novos recursos de carregamento e transporte para minimizar custos, uma vez que produtores de açúcar e álcool só se manterão no mercado nacional e internacional se seus custos forem competitivos.

Entende-se aqui, no entanto, que a pesquisa desenvolvida por Grisotto (1995) possui algumas falhas que comprometem a viabilização do modelo proposto. Tais pontos fracos estão relacionados ao elevado número de simplificações no modelo proposto.

Grisotto destaca ainda:

- Para calcular o tempo gasto no descarregamento, o autor idealizou uma situação na qual a taxa de moagem é constante, quando na realidade, a taxa de moagem depende de inúmeras variáveis (condições de corte de facas, condições dos ternos de moagem, quantidade de vapor, condições

das caldeiras etc.) e dificilmente ela poderá ser constante por algumas horas.

- Em outro trecho, Grisotto (1995) afirma que com dois *hillos*, um de cada lado da esteira, ocupados por cargas simples, o dobro da espera é imposta aos sucessores, pois a taxa de moagem não se altera. O tempo de dois caminhões simples descarregando simultaneamente passa a ser o dobro. Mas, logo em seguida, ele afirma: “É evidente que essa uniformidade não existe”.
- Grisotto (1995) lembra também que “felizmente o número usual de *hillos* para a moenda mantém-se em torno de dois para a maioria das usinas”, o que também não seria verdade, pois existem usinas com quantidades maiores que a fixada.
- O autor supõe ainda que as carregadeiras estão fixas nas frentes de carregamento e que há tratores em número suficiente para rebocar caminhões e carretas. Tal afirmação também não condiz com a realidade.
- Ainda segundo Grisotto (1995), o modelo não considera imprevistos como chuva, entrega de fornecedores independentes e interrupções no processo de carregamento, transporte ou moagem, restrições estas que não acontecem na realidade.

Do que foi acima mencionado, nota-se uma grande dissonância entre o trabalho de Grisotto (1995) e o que aqui se propõe. Excesso de hipóteses simplificadoras, como o fez Grisotto (1995), não permite que se desenvolva um sistema como aqui proposto, isto é, permitir que decisões sobre a alocação de veículos sejam tomadas em ambientes reais, sem restrições quanto à aplicabilidade.

2.2.3 Trabalho Desenvolvido por Pretto

Pretto (1995) procurou desenvolver um estudo de caso no qual analisava o sistema de recebimento da cana-de-açúcar em uma usina.

Verificou que o processo de chegada dos caminhões à usina pode ser aproximado por uma Distribuição de Poisson e os tempos de descarga da cana-de-açúcar por uma Distribuição Exponencial.

No caso estudado, verificou-se que tanto o modelo de filas, como a simulação, foram técnicas que se prestaram para avaliar a racionalização do sistema de transporte da cana-de-açúcar.

Foi observado que a fila média de espera era de 30,89 caminhões, e que a simulação indicou que a fila de caminhões não é uma situação eventual e sim, um problema crônico do sistema, pedindo solução.

Visando a otimização do processo, admitiu-se a hipótese de um novo ponto de descarga e que esta seria uma opção viável para reduzir o tempo de espera e, conseqüentemente, o tamanho da fila.

Pretto (1995) fez uso de uma simulação baseada no programa *Queuing System Simulation*, integrante do software QSB+ (*Quantitative Systems for Business Plus*), versão 2.0. Este programa usa o método de simulação de Monte Carlo para analisar sistemas de filas com até 20 postos de serviço e 20 filas. O atendimento é especificado pelo tempo de serviço e pela forma de distribuição. A fila é definida pela capacidade e o tipo de prioridade de atendimento. O programa admite seis tipos de distribuição estatística para modelar os processos de chegada e de atendimento: exponencial, *Erlang*, uniforme, normal, constante e distribuição com

valores discretos. A regra de prioridade utilizada foi FIFO (*First In First Out*), LIFO (*Last In First Out*) ou aleatória.

Mais uma vez, como também encontrado no trabalho de Hahn (1994), Pretto (1995) se propôs a desenvolver um sistema de simulação que, novamente, não permite que decisões em tempo real possam ser tomadas. Nota-se, portanto, que o trabalho aqui proposto dá um passo à frente neste sentido.

2.2.4 Trabalho Desenvolvido por Iannoni

Iannoni (2000) apresentou um estudo de caso do sistema logístico de descarga da cana inteira e picada. O método utilizado para analisar o sistema foi baseado em técnicas de simulação, utilizando o software Arena. Foram investigadas configurações e políticas alternativas para gestão do sistema, analisando seus impactos nas medidas de desempenho do mesmo. As medidas mais importantes para tomada de decisões estão relacionadas com o tempo médio em que os veículos permanecem no sistema de descarga, e a quantidade média de cana descarregada na usina por unidade de tempo.

O estudo de Iannoni (2000) foi realizado com o objetivo de analisar o desempenho do sistema de descarga de cana, compreendido da balança até as moendas, e investigar configurações e políticas alternativas para este sistema. As medidas de desempenho devem estar relacionadas principalmente com o tempo médio de espera dos caminhões dentro do sistema de descarga, e com a quantidade média de cana descarregada de acordo com a capacidade de moagem da usina.

Ainda segundo Iannoni (2000), em seu trabalho, todas as relações de saídas e chegadas de caminhões, do campo e da usina, passaram a contar com um sistema de comunicação por rádio e sistemas de informação em computador, sendo assim, possível obter-se informações importantes tais como: condições de colheita, chuvas, quantidade de colhedoras, carregadeiras e tratores rebocados estão no

campo funcionando, quebra de máquinas e caminhões, velocidade de moagem em um determinado momento.

Essas informações são importantes principalmente para a alocação dos caminhões que saem da usina em direção às frentes de carregamento. O transporte de cana do campo para a usina fica mais difícil em dias de chuva, pois as condições de colheita se tornam precárias. Outra dificuldade, que pode influir na manutenção de um fluxo satisfatório de cana na usina, é o fato de algumas frentes de carregamento se localizarem longe da área industrial. Assim, deve ser feita uma correta programação de plantio e colheita, de modo que a colheita nas frentes mais distantes seja realizada em períodos de safra com baixa ocorrência de chuvas. No entanto, isso somente pode ser feito se a cana nestas frentes atingir o estado de maturação ideal.

Uma das metas a ser atingida no sistema de transporte da usina é diminuir a ociosidade e tempo de ciclo de caminhões. O tempo de ciclo é compreendido desde a saída da balança de pesagem de tara (caminhão vazio), deslocamento até a frente de carregamento, carregamento na frente de carregamento, deslocamento de retorno até a balança de peso bruto (caminhão carregado), descarga dentro da usina e saída do caminhão da balança da usina.

Iannoni (2000) utilizou o software de simulação ARENA que apresenta a modelagem do processo em um só passo. Pela sua análise, a autora projeta vários cenários:

- a) Todos os caminhões treminhões ou rodotrem deixam o conjunto Julieta [ver figura 46, anexo B] em estoque no pátio da usina. Neste cenário, as alterações no despacho de treminhões ou rodotrem [ver figura 46, anexo B] (desengate total) e no estoque de conjuntos Julieta é melhor em apenas 5,9% com relação à redução da quantidade média de cana em espera, e 1,7% com relação ao aumento da quantidade média de cana descarregada por hora.

São variações relativamente pequenas e pouco significativas, que talvez não justifiquem sua implantação;

b) Aumenta-se o número de rodotrens [ver figura 56, anexo C] (cavalo mais três Julietas) e cria um novo ponto de descarga, a quantidade média de cana em espera é 11,2%, menor que no cenário original. Este resultado mostra que, do ponto de vista desta medida, este cenário apresenta melhor desempenho. Outro resultado significativo é o aumento em 11,7% na quantidade média de cana descarregada por dia, o que supera a capacidade diária de moagem e permite operar com mais folga para absorver incertezas do sistema, e que estes benefícios devem ser confrontados com as necessidades de investimentos adicionais para a aquisição de rodotrens;

c) Aumenta-se o número de rodotrens [ver figura 56, anexo C] e reduz-se proporcionalmente o número de treminhões [ver figura 46, anexo B]. Neste cenário, são feitas as mesmas alterações do cenário anterior, junto com uma redução proporcional de treminhões, de forma a compensar a quantidade de cana descarregada a mais pelos novos rodotrens. Este cenário apresenta-se como a melhor alternativa com as duas medidas escolhidas. Com relação à quantidade média de cana em espera, há uma redução significativa de 18,0% com relação ao original. A quantidade de cana descarregada por dia sofre um aumento de 2,9%, resultado inferior ao do cenário b, mas melhor que os demais cenários. Portanto, esse cenário mostra que se o *mix* da frota de caminhões for alterado, o desempenho médio do sistema pode ser razoavelmente melhorado;

d) Aumenta-se o número de rodotrens [ver figura 56, anexo C] e reduz-se proporcionalmente o número de Romeu e Julieta [ver figura 48, anexo B] com cana inteira. As mesmas alterações do cenário b são realizadas, junto com uma redução proporcional do número de caminhões Romeu e Julieta [ver

figura 48, anexo B]. Neste caso, há redução de cana inteira para compensar, de forma aproximada, o número de cana transportada pelos rodotrens [ver figura 56, anexo C]. A redução da cana inteira é uma tendência da maioria das grandes usinas de cana-de-açúcar. Este cenário apresenta-se melhor que o cenário original com variações significativas, tais como: redução de 15,6% na quantidade média de cana em espera no pátio, e aumento de 2,4% na quantidade média de cana descarregada por dia. No entanto, os resultados obtidos neste cenário não são melhores do que aqueles obtidos no cenário c, mas as diferenças entre os dois cenários são muito pequenas. Mais uma vez, observa-se que uma mudança no mix da frota de caminhões pode melhorar razoavelmente o desempenho do sistema de descarga.

As conclusões a que Iannoni (2000) chegou são que os resultados obtidos mostram que o modelo de simulação é capaz de representar satisfatoriamente o funcionamento do sistema de descarga em uma usina de cana-de-açúcar comparadas com as características da usina analisada em seu trabalho, e que o modelo permite analisar cenários alternativos interessantes para a melhoria do sistema.

Iannoni (2000) sugere para pesquisa futura o despacho de veículos ao campo com o intuito de evitar filas tanto no campo quanto na usina. Convém notar que o presente estudo busca contribuir para este item.

Pode-se afirmar que a pesquisa de Iannoni (2000) tem duas diferenças básicas em relação ao aqui proposto. Primeiramente, a autora também faz uso da simulação como meio de análise da situação em estudo. Uma segunda diferença, fundamental, no entanto, é que o trabalho da autora se limita da balança de pesagem da cana-de-açúcar até o ponto de descarregamento. A pesquisa que aqui se propõe procura, por outro lado, visualizar todo o processo de transporte,

abrangendo o ciclo logístico completo, ou seja, da pesagem da balança para a frente de carregamento e dessa para o descarregamento na usina.

2.3 Tecnologia de Apoio ao Transporte da Cana-de-açúcar

Neste tópico são apresentadas duas tecnologias que transmitem informações utilizando tecnologia de ponta, como o satélite, e outra, que constitui a base dos sistemas de informações, a radiofrequência.

Convém ressaltar que para o presente estudo, a utilização de qualquer uma delas é indiferente, podendo-se optar pela que oferecer melhor custo benefício.

2.3.1 GPS - *Global Positioning System*

No dia 23 de agosto de 1499, o navegador italiano Américo Vespúcio acreditava estar navegando pelas costas das Índias, baseado nos relatos de seu colega e patrício Cristóvão Colombo. Levava a bordo de sua caravela um Almanaque – livro que lista as posições e os eventos relacionados aos corpos celestes – que previa o alinhamento da Lua com Marte para a meia-noite daquele dia. Vespúcio esperou até quase o amanhecer para observá-lo. Sabendo que a referência dos dados contidos no Almanaque era a cidade de Ferrara, na Itália, avaliou a diferença de tempo entre as duas observações e, com o valor do diâmetro da Terra já conhecido, pode calcular a que distância se encontrava de Ferrara – sua longitude. Concluiu então que não poderia estar nas costas das Índias e afirmou categoricamente que Colombo havia descoberto um novo continente. Foi a primeira pessoa a saber a verdade sobre o Novo Mundo. O nome AMÉRICA homenageou-o.

Nos próximos itens serão abordados os conceitos de Rádio-navegação, Sistema GPS, Fatores que afetam a precisão do Sistema, Rastreamento dos Satélites, entre outros, como forma de subsidiar os elementos pertinentes a esta pesquisa.

2.3.1.1 A Rádio-navegação

Segundo BARROS (1995), o uso de sinais de rádio para determinar a posição foi um avanço significativo na navegação. O equipamento para rádio-navegação apareceu em 1912. Não era muito preciso, mas funcionou até que a II Grande Guerra permitisse o desenvolvimento do RADAR – *Radio Detection And Ranging* – é a capacidade de medir lapsos de tempo entre emissão e a recepção de ondas de rádio. Para determinar a posição, mede-se o lapso de tempo dos sinais provenientes de locais conhecidos. Os sinais de rádio são emitidos de transmissores exatamente ao mesmo tempo e têm a mesma velocidade de propagação. Um receptor localizado entre os transmissores detecta qual sinal chega primeiro e o tempo até a chegada do segundo sinal. Se o operador conhece as exatas localizações dos transmissores, a velocidade das ondas de rádio e o lapso de tempo entre os dois sinais, ele pode calcular sua localização em uma dimensão. Ele sabe onde está numa linha reta entre os dois transmissores. Se usarmos três transmissores, podemos obter uma posição bi-dimensional, em latitude e longitude. O GPS funciona baseado nos mesmos princípios. Os transmissores de rádio são substituídos por satélites que orbitam a Terra a 20.200 km e permitem conhecer a posição em três dimensões: latitude, longitude e altitude.

2.3.1.2 O Sistema GPS

Segundo BARROS (1995), a tecnologia atual permite que qualquer pessoa possa se localizar no planeta com uma precisão nunca imaginada por navegantes e aventureiros há até bem pouco tempo. O sofisticado sistema que tornou realidade esse sonho é denominado "G.P.S." – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global) – e foi concebido pelo Departamento de Defesa dos EUA no início da década de 1960, sob o nome de 'projeto NAVSTAR' . O sistema foi declarado totalmente operacional apenas em 1995. Seu desenvolvimento custou 10

bilhões de dólares. Consiste de 24 satélites que orbitam a terra a 20.200 km duas vezes por dia e emitem simultaneamente sinais de rádio codificados. Testes realizados em 1972 mostraram que a pior precisão do sistema era de 15 metros. A melhor, 1 metro. Preocupados com o uso inadequado, os militares americanos implantaram duas opções de precisão: para usuários autorizados (eles mesmos) e usuários não-autorizados (civis). Os receptores GPS de uso militar têm precisão de 1 metro e os de uso civil, de 15 a 100 metros. Cada satélite emite um sinal que contém: código de precisão (P); código geral (CA) e informação de status. Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor avaliar o lapso entre emissão/recepção. A potência de transmissão é de apenas 50 Watts. A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Receptores GPS em qualquer parte do mundo mostrarão a mesma hora, minuto, segundo,... até mili-segundo. A hora-padrão é altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio atômico, com precisão de nano-segundo – mais preciso que a própria rotação da Terra. É a referência de tempo mais estável e exata jamais desenvolvida. Chama-se atômico por usar as oscilações de um átomo como "metrônomo".

O receptor tem que reconhecer as localizações dos satélites. Uma lista de posições, conhecida como almanaque, é transmitida de cada satélite para os receptores. Controles em terra rastreiam os satélites e mantêm seus almanaques atualizados.

Cada satélite tem códigos P e CA únicos, e o receptor pode distingui-los. O código P é mais complexo que o CA, quase impossível de ser alterado e somente militares têm acesso garantido a ele.

Receptores civis medem os lapsos de tempo entre a recepção dos sinais codificados em CA (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>). O conceito da rádio-navegação depende inteiramente da transmissão simultânea de rádio-sinais. O

controle de terra pode interferir, fazendo com que alguns satélites enviem seus sinais CA ligeiramente antes ou depois dos outros. A interferência deliberada introduzida pelo Departamento de Defesa dos EUA é a fonte da Disponibilidade Seletiva – *Selective Availability* (AS). Os receptores de uso civil desconhecem o valor do erro, que é alterado aleatoriamente e está entre 15 e 100 metros. Os receptores militares não são afetados. Existe outra fonte de erro que afeta os receptores civis: a interferência ionosférica. Quando um sinal de rádio percorre os eletrons livres na ionosfera, sofre um certo atraso. Sinais de frequências diferentes sofrem atrasos diferentes. Para detectar esse atraso, os satélites do sistema enviam o código P em duas ondas de rádio de diferentes frequências, chamadas L1 e L2. Receptores militares rastreiam ambas as frequências e medem a diferença entre a recepção dos sinais L1 e L2, calculam o atraso devido aos eletrons livres e fazem correções para o efeito da ionosfera. Receptores civis não podem corrigir a interferência ionosférica porque os códigos CA são gerados apenas na frequência L1 (1575,42 MHz). Existem receptores específicos, conhecidos como não-codificados, que são super acurados. Como desconhecem os valores do código P, obtêm sua precisão usando técnicas especiais de processamento. Eles recebem e processam o código P por um número de dias e podem obter uma posição fixa com precisão de 10 mm. É ótimo para levantamento topográfico.

Os sinais gerados pelos satélites contêm um "código de identidade" (ou pseudo-randômico), dados efêmeros (de status) e dados do almanaque. O código de identidade (*Pseudo-Random Code* – PRN) identifica qual satélite está transmitindo. Usa-se como referência dos satélites seus PRN, de 1 a 32. O código pseudo-randômico permite que todos os satélites do sistema compartilhem a mesma frequência sem interferências. É um sistema engenhoso que torna o GPS prático e relativamente barato de se usar. Ao contrário dos satélites de TV, que estão em órbitas geo-síncronas (estacionários no céu) e transmitem poderosos sinais para refletores parabólicos em terra, o satélite GPS envia sinais com poucas informações e de baixa potência para antenas do tamanho do dedo polegar. De

fato, os sinais GPS são tão fracos que não são maiores que o ruído de fundo (de rádio) inerente a Terra. O princípio do código pseudo-randômico, que significa literalmente "aparentemente aleatório", se baseia em uma comparação realizada em muitos ciclos de um sinal, que é demorada e incômoda se comparada com um sinal de TV. O padrão para comparação do código pode ser alterado (apenas código CA), permitindo que o governo americano controle o acesso ao sistema do satélite (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>).

Os dados efêmeros (de *status*) são constantemente transmitidos e contém informações de *status* do satélite (operacional ou não), hora, dia, mês e ano. Os dados de almanaque dizem ao receptor onde procurar cada satélite a qualquer momento do dia. Com um mínimo de três satélites, o receptor pode determinar uma posição latitude/longitude – que é chamada posição fixa 2D – bi-dimensional. (Deve-se entrar com o valor aproximado da altitude para melhorar a precisão). Com a recepção de quatro ou mais satélites, um receptor pode determinar uma posição 3D, isto é, latitude/longitude/altitude. Pelo processamento contínuo de sua posição, um receptor pode também determinar velocidade e direção do deslocamento.

2.3.1.3 Fatores que Afetam a Precisão do Sistema

Segundo BARROS (1995), o sistema foi originalmente projetado para uso militar, mas em 1980, uma decisão do então presidente Ronald Reagan liberou-o para o uso geral. Na época, o Departamento de Defesa americano implantou um erro artificial no Sistema chamado "Disponibilidade Seletiva", para resguardar a segurança interna do país. A Disponibilidade Seletiva foi cancelada por um decreto do Presidente Clinton em maio de 2000, pois o contínuo desenvolvimento tecnológico permitiu ao Departamento de Defesa obstruir a precisão do Sistema onde e quando os interesses americanos exigissem. Com o decreto, o erro médio de 100 metros na localização do receptor ficou dez vezes menor.

Um fator que afeta a precisão é a 'Geometria dos Satélites' - localização dos satélites em relação uns aos outros sob a perspectiva do receptor GPS. Se um receptor GPS estiver localizado sob 4 satélites e todos estiverem na mesma região do céu, sua geometria é pobre. Na verdade, o receptor pode não ser capaz de se localizar, pois todas as medidas de distância provêm da mesma direção geral. Isto significa que a triangulação é pobre e a área comum da intersecção das medidas é muito grande (isto é, a área onde o receptor busca sua posição cobre um grande espaço). Dessa forma, mesmo que o receptor mostre uma posição, a precisão não é boa. Com os mesmos 4 satélites, se espalhados em todas as direções, a precisão melhora drasticamente. Suponhamos os 4 satélites separados em intervalos de 90° a norte, sul, leste e oeste. A geometria é ótima, pois as medidas provêm de várias direções. A área comum de intersecção é muito menor e a precisão muito maior. A geometria dos satélites torna-se importante quando se usa o receptor GPS próximo a edifícios ou em áreas montanhosas ou vales. Quando algum satélite é bloqueado, a posição relativa dos demais determinará a precisão, ou mesmo se a posição pode ser obtida. Um receptor de qualidade indica não apenas os satélites disponíveis, mas também onde estão no céu (azimute e elevação), permitindo ao operador saber se o sinal de um determinado satélite está sendo obstruído.

Outra fonte de erro é a interferência resultante da reflexão do sinal em algum objeto, a mesma que causa a imagem 'fantasma' na televisão. Como o sinal leva mais tempo para alcançar o receptor, este 'entende' que o satélite está mais longe que na realidade.

Outras fontes de erro (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>): atraso na propagação dos sinais devido aos efeitos atmosféricos e alterações do relógio interno. Em ambos os casos, o receptor GPS é projetado para compensar os efeitos.

Fontes de erro (típico) médio gerado:

- Erro do relógio do satélite 60 cm

- Erro de efemérides 60 cm
- Erros dos receptores 120 cm
- Atmosférico/Ionosférico 360 cm
- Total (raiz quadrada da soma dos quadrados) 390 cm

Para se calcular a precisão do sistema, multiplica-se o resultado acima pelo valor do DOP mostrado no receptor GPS. Em boas condições, o DOP varia de 3 a 7. Assim, a precisão de um bom receptor num dia típico será de $3 \times 390\text{cm}$ a $7 \times 390\text{cm}$ ou seja, de 10 a 30 metros, aproximadamente.

2.3.1.4 Rastreamento dos Satélites

Segundo BARROS (1995), um receptor rastreia um satélite pela recepção de seu sinal. Sinais de apenas quatro satélites são necessários para obtenção de uma posição fixa tridimensional, mas é desejável um receptor que rastreie mais de quatro satélites simultaneamente. Como o usuário se desloca, o sinal de algum satélite pode ser bloqueado repentinamente por algum obstáculo, restando satélites suficientes para orientá-lo. A maioria dos receptores rastreia de 8 a 12 satélites ao mesmo tempo.

Um receptor não é melhor que outro por rastrear mais satélites. Rastrear satélites significa conhecer suas posições. Não significa que o sinal daquele satélite está sendo usado no cálculo da posição. Muitos receptores calculam a posição com quatro satélites e usam os sinais do quinto para verificar se o cálculo está correto.

2.3.1.5 Canais

Segundo BARROS (1995), os receptores não funcionam acima de determinada velocidade de deslocamento. O número de canais determina qual a velocidade máxima de uso. Mais canais não significa necessariamente maior

velocidade. O número de canais não é fator importante na escolha do receptor, e sim, sua velocidade de operação (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>).

Depois que os sinais são captados pela antena, são direcionados para um circuito eletrônico chamado canal, que reconhece os sinais de diferentes satélites. Um receptor com um canal lê o sinal de cada satélite sucessivamente, até receber os sinais de todos os satélites rastreados. A técnica é chamada "*time multiplexing*". Demora menos que um segundo para processar os dados e calcular a posição. Um receptor com mais de um canal, é mais rápido, pois os dados são processados simultaneamente.

2.3.1.6 Antenas

A antena recebe os sinais dos satélites. Como os sinais são de baixa intensidade, as dimensões da antena podem ser muito reduzidas. Receptores portáteis utilizam um dos dois tipos (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>):

- *Quadrifilar helix* – formato retangular; localização externa; giratória; detecta melhor satélites localizados mais baixos no horizonte.
- *Patch (microship)* – Menor que a *helix*; localização interna; pode detectar satélites na vertical e a 10° acima do horizonte.

As antenas externas podem ser conectadas através de uma extensão à maioria dos receptores. Alguns receptores possuem antena destacável, permitindo melhor uso a bordo de veículos. A antena externa 'ativa' amplifica os sinais antes de enviá-los para o receptor. O cabo da extensão deve ser bem curto, a fim de evitar perda de sinal.

2.3.1.7 Entrada de Dados

Receptores GPS são projetados para serem compactos, não possuindo teclado alfa-numérico. Todos os dados são digitados uma letra ou número ou símbolo por vez. A maioria dos receptores envia dados para equipamentos periféricos, mas nem todos podem receber dados (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>).

Alguns equipamentos apenas recebem informações de um receptor GPS. Os dados são continuamente enviados para o equipamento acoplado ao receptor, que os utiliza para outras finalidades, tais como:

- Mapa dinâmico: o receptor envia a posição para um computador portátil que visualiza através de um ícone sobre um mapa da região.
- Piloto automático: o receptor alimenta continuamente um piloto automático com dados atualizados, que os utiliza para ajustar a direção e permanecer no curso.
- Registro automático de dados: transferência dos dados obtidos durante o deslocamento para a memória do equipamento acoplado ao receptor.

O receptor deve usar uma linguagem que o equipamento a ele associado possa entender. Existe uma linguagem padrão para equipamentos de navegação chamada: Protocolo NMEA – *National Maritime Electronics Association*. Existem diferentes formatos de protocolos. Os mais comuns são: 180; 182; 183 versão 1,5; 183 versão 2,0. A maioria dos receptores tem saída NMEA de dados.

O receptor pode também receber dados do computador. Os usos comuns são (<http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/html>):

- Transferência de pontos, trilhas ou rotas plotados no computador para o receptor;

- Transferência dos dados armazenados no receptor para o computador, liberando a memória do receptor;
- Transferência das coordenadas de um ponto selecionadas em um mapa na tela de um computador para o receptor;

Plotar pontos no receptor pode ser cansativo devido à ausência de teclado alfa-numérico. Um editor permite a entrada de dados rápida e facilmente. Os dados são digitados no teclado do computador e transferidos depois para o receptor. Outra maneira de plotar os pontos no computador é usar um mapa da área na tela e selecionar os pontos a serem plotados com um *mouse*. O computador transfere automaticamente as coordenadas dos pontos para o receptor.

Nem todos os receptores são projetados para receber dados. Existem três linguagens utilizadas nos receptores com essa capacidade:

- NMEA
- ACS II (formato de texto de um PC comum)
- *Proprietary* (linguagens desenvolvidas pelos próprios fabricantes).

2.3.1.8 Receptores GPS

Segundo BARROS (1995), existem receptores de diversos fabricantes disponíveis no mercado, desde os portáteis – pouco maiores que um maço de cigarros - que custam pouco mais de 100 dólares, até os sofisticados computadores de bordo de aviões e navios, passando pelos que equipam muitos carros modernos. Além de receber e decodificar os sinais dos satélites, os receptores são verdadeiros computadores que permitem várias opções de: referências; sistemas de medidas; sistemas de coordenadas; armazenagem de dados; troca de dados com outro

receptor ou com um computador; etc. Alguns modelos têm mapas muito detalhados em suas memórias. Uma pequena tela de cristal líquido e algumas teclas permitem a interação receptor/usuário.

As principais características de um receptor:

- Permitem armazenar pontos em sua memória, através de coordenadas lidas em uma carta, obtidas pela leitura direta de sua posição ou através de reportagens ou livros especializados que as publiquem.
- Os pontos plotados na memória podem ser combinados formando rotas que, quando ativadas, permitem que o receptor analise os dados e informe, por exemplo: tempo, horário provável de chegada e distância até o próximo ponto; tempo, horário provável de chegada e distância até o destino; horário de nascer e do por do Sol; rumo que você deve manter para chegar ao próximo ponto de sua rota e muito mais. A função ROTA é importante porque permite que o receptor guie o usuário do primeiro ponto ao próximo e assim sucessivamente até o destino. Quando você atinge um ponto, o receptor busca o próximo - sem a interferência do operador – automaticamente. A função GO TO é similar, sendo o ponto selecionado o próprio destino.
- Grava na memória seu deslocamento, permitindo retrair seu caminho de volta ao ponto de partida. Pode-se avaliar sua utilidade em barcos, caminhadas e uso fora-de-estrada.
- Os receptores instalados nos carros dos países onde existem mapas digitalizados – computadores de bordo – trazem em sua memória mapas detalhados de cidades e endereços úteis como restaurantes, shoppings, hotéis, etc. Um menu permite ao motorista ativar automaticamente uma

rota até o ponto desejado, seja outra cidade, outro bairro ou um endereço específico.

2.3.2 Radiofrequência

Nos próximos itens serão abordados os conceitos de Espectro Eletromagnético e Transmissão de Rádio, como forma de subsidiar os elementos pertinentes a esta pesquisa.

2.3.2.1 O Espectro Eletromagnético

Segundo Tanenbaum (1997), quando se movem, os elétrons criam ondas eletromagnéticas que podem se propagar através do espaço livre (inclusive no vácuo). Essas ondas foram previstas pelo físico inglês James Clerk Maxwell em 1865 e produzidas e observadas pela primeira vez pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1887. O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado de frequência, f , e é medida em Hz (em homenagem a Heinrich Hertz). A distância entre dois pontos máximos (ou mínimos) consecutivos é chamada de comprimento de onda, que é universalmente designada pela letra grega lambda.

Quando se instala uma antena com o tamanho apropriado em um circuito elétrico, as ondas eletromagnéticas podem ser transmitidas e recebidas com eficiência por um receptor localizado a uma distância bastante razoável. Toda a comunicação sem fio é baseada nesse princípio.

No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas viajam na mesma velocidade, independente de sua frequência. Essa velocidade, geralmente chamada de velocidade da luz, c , é de cerca de 3×10^8 m/s., ou

aproximadamente de 30 cm por nano-segundo. No cobre ou na fibra, a velocidade cai para cerca de 2/3 desse valor e se torna ligeiramente dependente da frequência. A velocidade da luz é o limite máximo que se pode alcançar. Nenhum objeto ou sinal pode se mover com maior rapidez do que ela.

No vácuo,, uma onda de 1 *MHz* tem quase 300 m e as ondas de 1 cm, uma frequência de 30 *GHz*.

Ainda, segundo Tanenbaum (1997), o rádio, a microonda, o raio infravermelho e os trechos luminosos do espectro podem ser usados na transmissão de informações, desde que sejam moduladas as amplitudes, as frequências ou as fases das ondas. A luz ultravioleta, o raio-X e o raio gama representam opções ainda melhores, já que tem frequências mais altas, mas elas são difíceis de produzir e modular, além de não se propagarem através dos prédios e serem perigosos para os seres vivos. As frequências se baseiam nos comprimentos da onda, portanto, a banda LF (*Low Frequency*), MF (*Media Frequency*) e HF (*Hight Frequency*).

O volume de informações que uma onda eletromagnética é capaz de transportar está diretamente relacionado a sua largura de banda. Com a tecnologia atual, é possível codificar alguns bits por *Hertz* em frequências baixas; no entanto, comumente esse número pode subir para 40 em determinadas condições nas frequências altas. Portanto um cabo com uma largura de banda de 500 *MHz* pode transportar diversos *gigabits*.

2.3.2.2 Transmissão de Rádio

Segundo Tanenbaum (1997), as ondas de rádio são fáceis de gerar, percorrem longas distâncias e penetram os prédios facilmente e, portanto, são largamente utilizadas para comunicação, seja em ambientes fechados ou abertos.

As ondas de rádio também são onidirecionais, o que significa que elas percorrem todas as direções a partir da origem; portanto, o transmissor e o receptor não precisam estar cuidadosa e fisicamente alinhados.

As propriedades das ondas de rádio dependem da frequência. Nas frequências baixas, as ondas de rádio atravessam os obstáculos, mas a potência cai abruptamente à medida que a distância da origem aumenta mais ou menos $1/r$ elevado a 3 no ar. Nas frequências altas, as ondas de rádio tendem a viajar em linhas retas e a ricochetear nos obstáculos. Elas também são absorvidas pela chuva. Em todas as frequências, as ondas de rádio estão sujeitas à interferência dos motores e outros equipamentos elétricos.

Devido à capacidade que as rádios tem de percorrer longas distâncias, a interferência entre usuários é um problema. Por essa razão, todos os governos exercem um rígido controle sobre os transmissores de rádio, concedendo apenas uma exceção:

Nas faixas VLF (*Very Large Frequency*), VF (*Low Frequency*) e MF (*Microond Frequency*) as ondas de radio se propagam em nível do solo. Essas ondas podem ser detectadas dentro de um raio de 1 mil quilômetros nas frequências mais baixas, mas, nas mais altas, esse raio de ação é bem menor. A radiodifusão em frequências AM utiliza a banda MF, razão pela qual as estações de rádio AM de uma cidade não podem ser ouvidas facilmente em outra cidade razoavelmente próxima. As ondas de rádio nessas bandas atravessam facilmente os prédios, razão pela qual os rádios portáteis funcionam em ambientes fechados. O principal problema relacionado à utilização dessas bandas em comunicação de dados diz respeito à baixa largura da banda que oferecem.

Nas bandas HF (*Hight Frequency*) e VHF (*Very Hight Frequency*), as ondas em nível do solo tendem a ser absorvida pela terra. No entanto, as ondas que

alcançam a ionosfera, uma camada de partículas carregadas que giram em torno da Terra a uma altura de 100 a 500 km, são refratadas por ela e enviadas de volta a Terra. Em determinadas condições atmosféricas, os sinais podem ricochetejar diversas vezes. Os operadores de radioamador utilizam essas bandas em conversas de longas distâncias. Os militares também se comunicam nas bandas HF (*High Frequency*) e VHF (*Very High Frequency*).

2.4 Aspectos Logísticos no Transporte da Cana-de-açúcar

Os sistemas logísticos são fundamentais para melhorar a eficiência operacional das usinas de cana-de-açúcar. Um aspecto importante nesses sistemas é a coordenação dos processos de corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar do campo até a área industrial, de maneira a suprir adequadamente a demanda necessária da área industrial. Segundo Iannoni (2002), o custo do corte, carregamento e transporte representam 30% do custo de fabricação do produto, seja ele açúcar ou álcool, e somente o transporte equivale a 12% desse total. Percebe-se aí, a importância de se otimizar o sistema de transporte, propiciando menor custo e maior competitividade no mercado.

O transporte de cana deve operar com um fluxo de cana transportada do campo à usina que permita uma alimentação uniforme das moendas. Se tal situação não ocorrer, pode ocorrer parada nas moendas, o que é altamente prejudicial para a usina. Por outro lado, deixar a moenda funcionando com uma quantidade de cana insuficiente pode implicar em desperdício de energia e aumento de custos.

O fluxo ideal de cana transportada do campo para a usina está sujeito a diversas variáveis como chuva, topografia do terreno, tipo de estrada, modelo e idade da frota e distância das frentes de carregamento. Por outro lado, a ociosidade de caminhões nos pátios da usina ou nas frentes de carregamento, pelos altos

custos de investimentos e mão-de-obra, acaba por causar a elevação do custo do produto final.

Outro fator relevante é o fato de que a cana picada ou inteira, após ser cortada, tem um prazo para ser processada. Caso contrário, inicia-se um processo biológico de deterioração, com graves conseqüências na qualidade e quantidade do produto final.

Segundo Iannoni (2002), o setor agroindustrial sucroalcooleiro deve atentar para a redução de custos por meio de novas estratégias gerenciais e implantação de novas alternativas de equipamentos ou técnicas, que podem ser resumidas por:

- a) modernização do transporte da cana com a utilização de caminhões cada vez mais adaptados;
- b) implantação do carregamento mecânico e do corte mecanizado de cana em substituição ao trabalho manual dos operários agrícolas;
- c) pesquisas avançadas em biotecnologia para obtenção de variedades de cana mais eficientes e de maior qualidade, e controle biológico das doenças da cana-de-açúcar;
- d) aprimoramento logístico com novas estratégias gerenciais para o transporte da cana;
- e) avanços em automação industrial;
- f) co-geração de energia elétrica com o excedente de bagaço de cana;
- g) aproveitamento do bagaço de cana como estudos para utilização na alimentação animal, como combustível, como adubo orgânico, na produção de celulose, papel, etc.;
- h) aproveitamento de outros resíduos como a fuligem da queima do bagaço, a torta da filtração do caldo e a vinhaça da destilação do caldo fermentado como adubação orgânica, em complemento a adubação química.

Convém notar que o presente estudo busca contribuir para o item d acima citado.

Ressalte-se que no capítulo 3 e no glossário deste trabalho encontram-se algumas definições técnicas relacionadas às operações logísticas de transporte da cana-de-açúcar.

CAPÍTULO 3

3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Por experiência vivida pelo autor ao longo dos 25 anos no ramo, a empresa sucroalcooleira é praticamente a única a ter a sua produção totalmente verticalizada, porque ela própria prepara e trata a terra; planta; cultiva a planta; colhe a planta; extrai o caldo; produz o açúcar ou o álcool e comercializa o produto final no mercado interno ou externo.

Uma empresa sucroalcooleira está organizada em três áreas distintas: agrícola, industrial e administrativa.

A área agrícola está encarregada de fornecer a matéria-prima, cana-de-açúcar para a área industrial, e como em toda a empresa, esse produto deve ser de boa qualidade. Para tanto quando a matéria-prima é entregue à empresa, é feito uma análise química, onde se determina a quantidade de açúcar contida na cana. Por meio dessa análise se prevê a quantidade de produto, açúcar ou álcool que se irá produzir, e onde serão determinados parâmetros de eficiência, tanto da área agrícola em fornecer a quantidade estimada de açúcar, quanto do poder de extração da empresa.

A área industrial, irá esmagar o produto (cana) e retirar o caldo (garapa) e direcionar para a produção de açúcar ou de álcool dependendo da programação de produção e das vendas futuras efetuadas.

Cabe à área administrativa controlar as vendas, recebimentos, folha de pagamento, contabilidade, pagamento de funcionários, controle de estoque, pagamento de impostos etc.

Para a movimentação de toda essa matéria-prima, da lavoura até a empresa está envolvido o setor de transporte e logística normalmente subordinado a área agrícola.

A maioria das usinas sucroalcooleiras brasileiras utiliza o sistema de fiscal de frente de carregamento. O fiscal da frente de carregamento ou carregamento é um funcionário com um veículo que possui um rádio pelo qual se comunica com uma central de rádio na usina. Todos os rádios dessa usina usam uma mesma frequência, isto é, quando um fala, todos os veículos que possuem rádio automaticamente ouvem a conversa.

Quando há interesse em algum dado sobre algum veículo, é necessário descobrir em qual frente de carregamento o veículo está alocado, chamar pelo rádio o fiscal responsável pela frente e solicitar a informação desejada. Informações sobre o posicionamento da frota a qualquer momento é impossível. Devido à rigidez imposta pela indisponibilidade de informações em tempo real, tal política de controle acaba sendo bastante inflexível. Nestas situações, uma vez determinadas quais frentes de carregamento serão operacionalizadas, uma quantidade pré-definida de veículos de transportes, carregadeiras e rebocadores é alocada para cada frente. Esta quantidade não muda até que o volume da cana-de-açúcar disponível para transporte não mais justifique aquela quantidade pré-estabelecida. A este tipo de controle de operações se dá o nome de alocação de veículos por “frente fixa”. A figura 2 procura representar este tipo sistema.

O sistema proposto nesta pesquisa tem como finalidade viabilizar uma nova maneira de se controlar as operações logísticas entre frentes de carregamento e usina. A esta nova forma dá-se o nome de “frente monitorada”, por “esquema livre”

ou “dinâmico”. Segundo esta lógica, a quantidade de veículos a ser alocado a cada frente de carregamento é determinado segundo valores pré-estabelecidos de veículos em “estoque” nestas frentes.

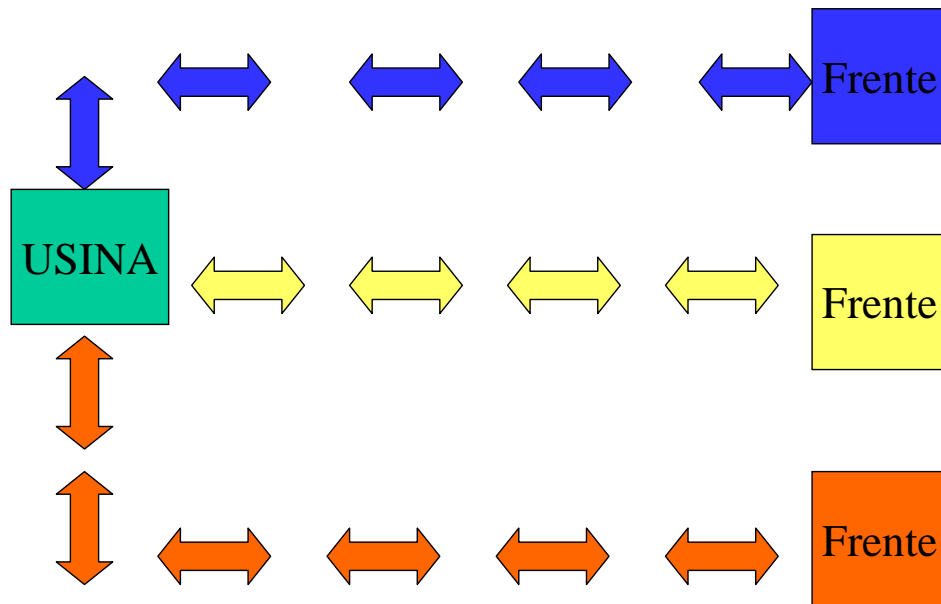


Figura 2: Esquema de alocação de veículos segundo o modelo por frentes fixas de carregamento.

Por exemplo, para uma determinada situação de transporte da cana-de-açúcar, estabelecer-se para cada frente de carregamento o tipo e a quantidade de veículo suficiente para garantir um fornecimento constante de matéria-prima daquelas frentes para a usina, toda decisão de alocação de veículos deverá levar em consideração esta situação (os critérios utilizados pelo sistema para determinar esta quantidade serão explicados posteriormente).

Assim, se no momento da pesagem da tara de um determinado veículo, todas as frentes estiverem com três veículos (somando-se os veículos em trânsito e

com destino à frente de carregamento) o sistema determinará que tal veículo não irá ser alocado a nenhuma das frentes. Neste caso, o veículo poderá ir para um estacionamento ou mesmo ser alocado para uma outra operação do negócio, até que uma das frentes necessite dele. A figura 3 esquematiza este tipo de sistema.

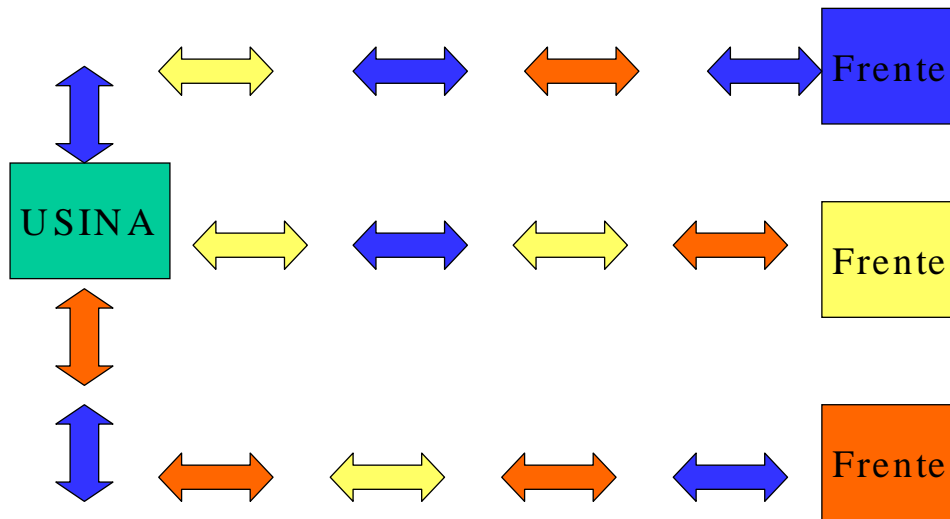


Figura 3: Esquema de alocação de veículos segundo o modelo por frentes de carregamento monitorada ou dinâmica.

Segundo Grisotto (1995), “a frota tem um custo maior quando é gerenciada por um esquema de alocação fixa (caminhões fixos à frente de carregamento), se comparado com o esquema livre (dinâmico)”.

Para que se possa compreender o modelo proposto nesta pesquisa, são descritas a seguir algumas explicações relacionadas à logística de transporte de cana-de-açúcar.

3.1 Descrição do Transporte

Uma usina sucroalcooleira tem sua produção sincronizada com o corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar. Portanto, a logística de transporte tem papel fundamental nesse processo.

Nos itens Zonas ou Seções, Talhões e Frentes de Carregamento e Caminhões, Carregadeiras, Rebocadores e Tratores e Descarregamento serão abordados a localização da matéria prima, a forma de transporte e o descarregamento na usina, atualmente utilizado pelas empresas sucroalcooleiras.

3.1.1 Zonas ou Seções, Talhões e Frentes de Carregamento

As zonas ou seções são partes de plantação de cana subdividida em talhões separados por ruas (carreador), para facilitar o transporte, trato cultural e fitossanitário. Na época de corte a usina decide, diariamente, os talhões a serem colhidos em cada seção. Esta área é chamada de frente de carregamento. Quando a cana começar a ser transportada para a usina, esta área é chamada de frente de carregamento.

A necessidade de abastecimento contínuo da usina, o tempo de transporte para cada frente e a preocupação de não esgotar toda uma seção de uma só vez, adota-se a política de ter uma frente perto da usina (até 15 Km) que permite que não haja interrupção prolongada da entrega, uma frente média (de 15 a 30 Km) caracterizada como frente de equilíbrio, pois funciona como controladora de irregularidades na entrega e uma frente distante (acima de 30 Km).

A quantidade a ser cortada em cada área depende da capacidade de moagem diária da usina, da capacidade diária de transporte da frota e da quantidade de cana estocada. Em geral, o corte é feito com um dia de antecedência

ao recolhimento e a topografia do terreno determina quais tipos de caminhão podem ser utilizados.

3.1.2 Caminhões, Carregadeiras, Rebocadores e Tratores

Os tipos mais comuns de caminhões utilizados são: simples ou trucado (de 15 a 20 toneladas de carga), Romeu e Julieta (caminhão mais um reboque, 35 a 45 toneladas de carga), Treminhão (caminhão mais dois reboques, acima de 60 toneladas de carga) e Rodotrem (cavalo mecânico mais três reboques).

Ao chegarem nas frentes de carregamento, os caminhões simples entram na palhada (talhões com cana cortada e enleirada) tal qual os rebocadores [ver figura 50 a 54, anexo B], e são carregados por carregadeira mecânica.

Dependendo da topografia, um Romeu e Julieta podem proceder da mesma forma, ou, a Julieta pode ser desengatada e puxada por um trator reboque [ver figura 54, anexo B], ocupando uma carregadeira, enquanto o Romeu ocupa outra carregadeira e depois a Julieta é reengatada. Este procedimento de desengate é usado para evitar estragos na palhada e encalhe dos veículos.

O Treminhão e o Rodotrem, por serem muito grande, exigem o desengate (mesmo que seja só de um dos reboques).

Após o carregamento a carga é amarrada e as pontas de cana que sobram para fora da carroceria são cortadas (exigência do Departamento Estadual de Rodagem - DER).

As carregadeiras mais comuns são tratores adaptados com garras de controle hidráulico que juntam as canas [ver figura 51 a 52, anexo B], previamente cortadas, do chão e as colocam sobre as carrocerias. No entanto, existem sistemas

alternativos, como é o exemplo das colhedeiças mecanizadas que colhem a cana em pé e picam-na antes de despejar sobre os veículos (Julietas ou transbordo) [ver figura 57 a 59, anexo C].

3.1.3 Descarregamento

Ao chegar na usina, os caminhões passam pelos seguintes procedimentos: são pesados carregados, numa balança rodoviária instalada na entrada da usina, na seqüência, passam pelo furador ou broca, onde se retira uma amostra da cana de no mínimo dez quilos, de onde se extrai o caldo para análise do teor de sacarose, após, dirige-se a um ponto de descarregamento. A descarga é efetuada pelo Hillo [ver figura 65, anexo C]. Quando o tipo de carroceria é fechado (cana cortada pela colheitadeira) a carroceria do veículo é tombada sobre a esteira alimentadora. Quando a carroceria é aberta, própria para transporte da cana inteira, cortada com facão, somente a carga é tombada sobre a esteira alimentadora.

Logo após o descarregamento, o motorista do veículo efetua a limpeza da carroceria, passa novamente pela balança (saída) para a pesagem do veículo descarregado (tara).

O teor de sacarose, entre muitas outras características, é determinado para conhecer a quantidade de açúcar contido na matéria-prima. É por intermédio deste teor que se estabelece o valor da carga para o pagamento dos fornecedores que vendem a cana para a usina e serve como parâmetro para avaliar o rendimento do processamento industrial.

O Hillo é uma estrutura metálica em forma de 'V' invertido [ver figura 65, anexo C].

O veículo a ser descarregado se posiciona entre o Hillo e a esteira da moenda.

Por meio de ganchos e cabos de aço colocados sob a carga o Hillo suspende a carga da carroceria ou a carroceria do veículo e tomba sobre a esteira alimentadora.

CAPÍTULO 4

4. MODELO PROPOSTO

4.1 Características Gerais

O modelo proposto se diferencia em muito do sistema utilizado na maioria das usinas, que é a alocação fixa dos veículos à frente de carregamento. Outras procuram fazer uma alocação dinâmica de veículos, porém de maneira manual, não automatizada, através de comunicação por rádio.

O modelo aqui proposto, por sua vez, utiliza tecnologia de ponta, tanto de *hardware* quanto de *software*, portanto automatizada, para criar um sistema que viabilize a implantação do esquema de alocação de veículos por frente monitorada ou dinâmica.

No anexo A, o sistema proposto, denominado de Sistema de Monitoramento de Frota, é explicado em detalhes, apresentando desde a descrição de cada *combo* do menu de funções, algumas tabelas com dados a serem cadastrados no sistema e o programa que gerou o referido sistema.

Com relação a *hardware*, propõe-se:

- a) Equipar os caminhões com 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC' (Global Positioning System - GPS) [ver figura 4];

- b) Computador de bordo para comunicação com a central e registrar todos os movimentos do veículo [ver figura 4];

- c) Implementar painel eletrônico na balança de saída que indicará ao motorista para qual frente de carregamento ele deverá se dirigir.

Quanto a *software*, propõe-se:

- a) Utilizar um sistema de Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC (Sistema de Posicionamento Global - GPS), para fornecer, a intervalos de tempo pré-determinados, o posicionamento geral da frota;
- b) Utilizar um sistema aplicativo desenvolvido em linguagem orientada a objeto, denominado de Sistema de Monitoramento de Frota (SMF) para receber informações do sistema de 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC' para controlar e decidir o encaminhamento de cada caminhão ao passar pela balança de saída.

O SMF será instalado em um computador na balança de saída (de tara). O acesso ao sistema de Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC se dá a partir da internet (ou Linha Privativa - LP) e modem. Sua função básica é minimizar a fila de caminhões na balança ou na frente de carregamento, com o máximo aproveitamento da frota (recursos materiais e minimização de custos).

4.2 Funcionamento do Sistema de Monitoramento de Frota

Em cada caminhão, carregadeira e rebocador / rebocador de transbordo, próprio ou terceirizado, será instalada uma antena GPS (tamanho do dedo polegar) e um computador de bordo. Esses veículos serão monitorados por satélite [ver figura 4]. Esse equipamento enviará sinais para um satélite estacionário (fixo em um determinado ponto da órbita terrestre - 20.200 km), que por sua vez enviará sinais para uma estação em terra.

Essa estação capta as informações do satélite e armazena na base de dados do computador central. Essa base de dados por meio da internet ou linha privativa telefônica, pode ser acessada. O SMF, localizado na balança de saída da usina, acessará em intervalo pré-definido de tempo essa base de dados para obter o posicionamento exato dos veículos no trajeto [ver figura 5]. O intervalo de tempo de acesso à base de dados depende do fluxo de entrada de veículos em cada usina.

O SMF verifica qual frente de carregamento tem quantidade de veículos inferior à estabelecida pelo módulo simulador do SMF. Essa configuração inicial de veículos, pode ser alterada pelo *dispatcher* a qualquer momento. O próximo veículo a deixar a usina pela balança de saída (peso tara) se encaminhará para essa frente. Do contrário, caso exista excesso de veículos em circulação devido a uma ocorrência não prevista (parada de alguma moenda, redução da taxa de moagem, quebra ou manutenção da carregadeira / colhedeira mecânica na frente de carregamento), esse veículo através do painel eletrônico implementado na balança de saída, será direcionado para um pátio de espera.

Pelo computador de bordo, o motorista digita o código da(s) carreta(s) que está(ão) sendo conduzida(s) para a frente de carregamento. Ao chegar na frente de carregamento, provavelmente essa(s) carreta(s) será(ao) desengatada(s) para aguardar carregamento. Na seqüência, o veículo engata novas carretas já carregadas. Pelo computador de bordo, o motorista registra o código da(s) carreta(s) carregada(s) e segue para a usina.

O operador da carregadeira / rebocador / rebocador de transbordo, cada qual ao executar sua operação, pelo computador de bordo, digita o código do caminhão ou carreta que recebe o *status* de carregada e aguardando ser transportada para a usina. Esse status permite ao SMF registrar a quantidade caminhões e carreta(s) vazia(s) ou carregada(s) em cada frente de carregamento. Em seguida, os veículos já carregados dirigem-se para a usina.

Ao chegar na balança de entrada (peso bruto) o SMF possui em seus registros as informações para:

- a) identificar o caminhão que está sobre a balança;
- b) identificar a(s) carreta(s), pois o(s) seu(s) código(s) já foi(ram) digitado(s) pelo motorista na frente de carregamento, por ocasião do atrelamento delas ao veículo;
- c) identificar a carga, isto é, saber de qual fazenda, zona e talhão a carga é proveniente. Essa identificação foi transferida pelo registro da carregadeira / rebocador / rebocador de transbordo por ocasião do carregamento e digitação do *status*. O SMF possui registrado a localização da carregadeira / rebocador / rebocador de transbordo por ocasião da alocação desse veículo na frente de carregamento;
- d) identificar o motorista e o operador da carregadeira / rebocador / rebocador de transbordo;
- e) identificar a variedade da cana.

Nesse momento, o peso de cada carga é transferido para o SMF. A seguir todos os dados do SMF são transferidos para o sistema de entrada de cana convencional utilizado por cada usina. Para tal, é necessário que o SMF seja, de alguma forma, integrado aos demais sistemas da empresa.

4.2.1 Funções do Computador de Bordo

O computador de bordo assemelha-se a um *note book* com teclado e display de uma só linha. Na figura 4, à esquerda, encontra-se a cápsula de proteção

(fabricada em Kevlar). Contém em seu interior, a antena e o sistema GPS. É instalada sobre o teto no veículo. À direita, encontra-se o computador de bordo.



Figura 4: A figura da esquerda, representa a cápsula protetora fabricada em Kevlar que abriga em seu interior a antena e o sistema GPS. A figura da direita, representa o computador de bordo, com teclado e visor reduzido.

O manuseio é de fácil aprendizado pelos motoristas e operadores. Pelo sistema, não há necessidade de se digitar textos, pois a função é representada por uma tecla, por exemplo: a tecla F2 significa que a carreta está carregada (*status*), a tecla F3 significa que o pneu está furado, e nesse caso, o SMF envia mensagem para a oficina enviar o caminhão de socorro.

Em cada caminhão, carregadeira / rebocador / rebocador de transbordo deve ser instalada a cápsula protetora na parte superior externa da cabine do veículo e o

computador de bordo deve ser instalado dentro da cabine, sobre o painel do veículo, em local de fácil acesso e manuseio pelo motorista / operador.

A antena tem a finalidade de identificar e localizar o veículo e o computador de bordo tem a função de:

- a) facilitar a comunicação entre o *dispatcher* da guarita de distribuição de frota e os motoristas dos caminhões ou operadores de carregadeira / rebocador;

- a) proporcionar ao operador do rebocador informar o código do(s) caminhões e carreta(s) que estão sendo carregadas, para o SMF tomar conhecimento dos veículos que está(ão) carregado(s);

- b) possibilitar ao motorista do caminhão informar o código da(s) carreta(s) que estão sendo transportadas da frente de carregamento para a usina, para o SMF efetuar o registro;

- c) possibilitar ao motorista e operadores informar as ocorrências com seus veículos tais como: furo de pneu, quebras, chamadas de socorro, etc;

- d) possibilitar ao *dispatcher* determinar uma nova frente de carregamento, diferente da indicada no 'painel' da balança de saída da usina.

- e) registrar todas as operações pré-programadas de parada, movimento, velocidade, aceleração, consumo de combustível, horário de chegada nos pontos de referência, temperatura e desengate do cavalo [ver figura 47, anexo B] da carreta [ver figura 48, anexo B]. Essas operações serão utilizadas na manutenção da frota, tais como troca de óleo, manutenção preventiva, etc. Para tal, é necessário que o SMF seja, de alguma forma, integrado aos demais sistemas da empresa.

No SMF ficará registrado o código do veículo, carregadeira, rebocador, código do(s) operador(es), motorista(s), fazenda(s), zona(s) e talhão(ões). Na chegada do caminhão na balança de entrada, somente será registrado o peso bruto.

É importante notar que o uso do sistema aqui proposto, cuja interface com o usuário se dá através do computador de bordo, é bastante simples de operacionalização, o que facilita o manuseio por parte do motorista / operador, sem necessidade de um treinamento específico.

4.2.2 Processamento do Modelo Proposto

Na etapa inicial de uso do sistema, são fornecidos ao módulo de simulação do sistema os seguintes dados:

- a) Capacidade de moagem da usina;
- b) Quantidade de frentes de carregamento;
- c) Distâncias, em tempo, de cada frente de carregamento até a usina;
- d) Capacidade de fornecimento de cana-de-açúcar de cada frente de carregamento;
- e) Quantidade de carregadeiras disponíveis e sua capacidade de carregamento;
- f) Quantidade de caminhões e modelos disponíveis e sua capacidade de transporte.

A partir desses dados, o sistema racionaliza a distribuição de carregadeiras, rebocadores e caminhões para cada frente de carregamento. O resultado dessa simulação será importado para o SMF. O SMF receberá também do sistema de 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC', de tempo em tempo (depende de contrato), o posicionamento de cada veículo. A figura 5 esquematiza o SMF.

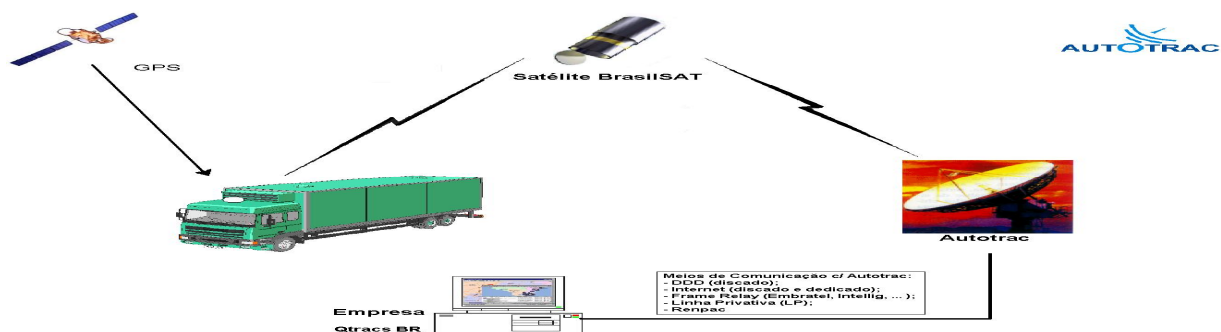


Figura 5: Esquema de monitoramento de veículo por satélite (GPS).

- a) Importará do sistema de 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC' o posicionamento de todos os veículos da frota naquele exato momento.
- a) Verificará quais frentes de carregamento estão com deficiência ou excesso de veículos.
- b) No caso de deficiência na quantidade de veículos, o sistema enviará, para o 'painel' colocado na saída da balança, a mensagem indicando ao motorista do caminhão para qual frente de carregamento deverá seguir.

Essa frente de carregamento poderá ser a mesma frente em que já vinha operando, uma nova frente, ou, poderá até, dependendo do resultado das análises efetuadas pelo SMF, ficar aguardando no pátio de espera, até que pelo computador

de bordo o motorista seja autorizado a seguir para determinada frente de carregamento.

O *dispatcher* utilizando o *software* da Autotrac, pode a qualquer momento localizar pelo mapa da figura 6, a exata localização de cada veículo.

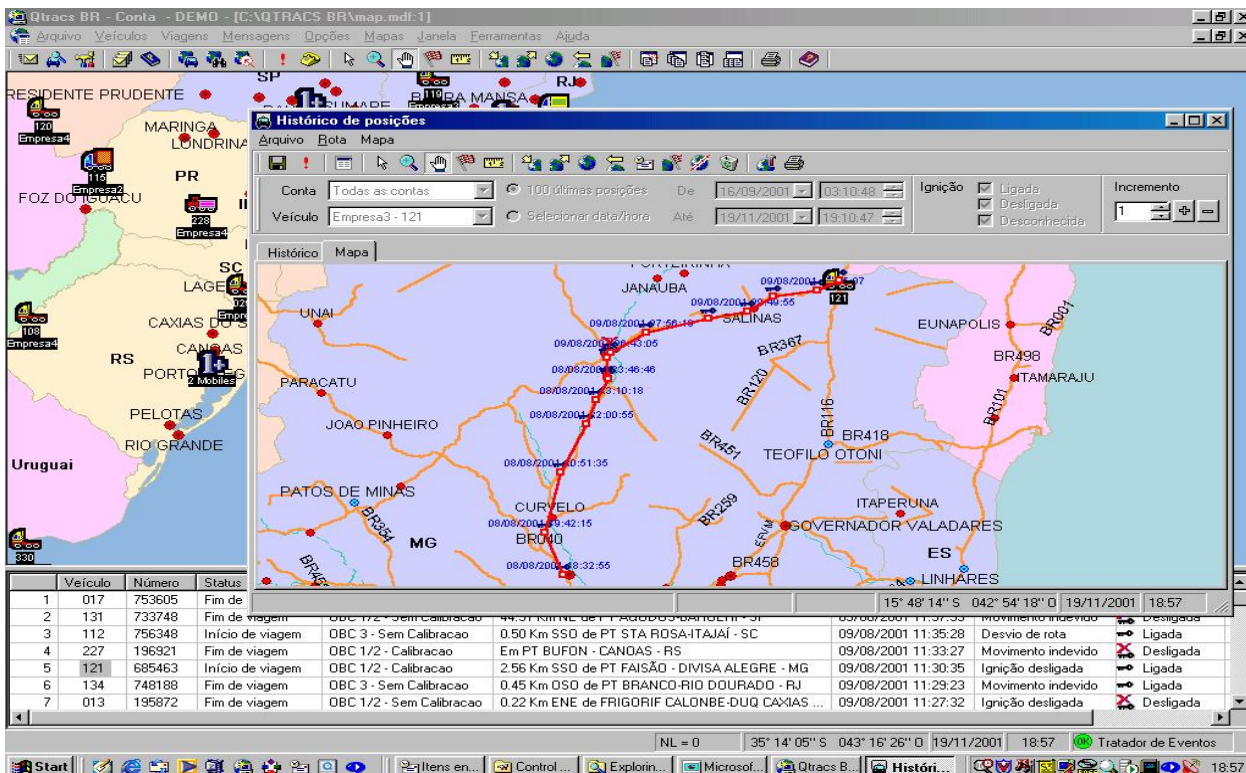


Figura 6: Mapas do sistema de 'Monitoramento por Satélite - AUTOTRAC', que efetua o acompanhamento dos veículos (roteiro e condições).

4.2.3 Descrição do Modelo Proposto

O Sistema de Monitoramento de Frota (SMF) foi desenvolvido em linguagem orientada a objeto. No anexo A encontra-se a descrição de cada função da tela principal.

O software desenvolvido é bastante versátil e permite considerar:

- A utilização de vários tipos de veículos com diferentes capacidades e tempos de operação;
- Mudança automática dos equipamentos de uma frente de carregamento encerrada para uma outra frente que inicia o carregamento;
- Que as frentes de carregamento que operam com carregadeiras e frentes que operam com colhedadeiras tenham o mesmo tratamento. Não há necessidade de rotinas especiais;
- As trocas de turno não necessitam de tratamento especial;
- Sempre que houver necessidade, o sistema aloca ou desaloca os veículos, por exemplo quando algum veículo ou máquina entra em manutenção, abastecimento, etc.;
- Contempla a capacidade máxima de moagem da usina e controla a capacidade de fornecimento das frentes de carregamento.

Na simulação da quantidade e tipo de veículo a ser determinado para cada frente de carregamento, o sistema utiliza a quantidade de veículos disponíveis, sua capacidade e seu custo operacional. Portanto, obedecendo à escolha dos tipos constantes na tela da figura 30 do anexo A, e a tabela de custo operacional do anexo E, inicia a alocação dos veículos pelos treminhões ou rodotrem, depois os Romeu e Julieta e por último pelos trucados.

A quantidade de cana a ser entregue na usina é considerada como uma variável de estoque. À medida que a cana vai sendo entregue na usina, essa

variável vai sendo diminuída, até que o valor da moagem registrada para o dia seja zerada.

Da mesma forma, a frente de carregamento também é considerada como uma variável de estoque. À medida que a cana vai sendo retirada, essa variável vai sendo diminuída, até que o valor da cana retirada da frente de carregamento seja zerada.

Uma outra variável considerada é a quantidade destinada a cada frente de carregamento. Por exemplo, supondo que a quantidade máxima de veículos de uma frente, operando no trajeto da balança de saída (pesagem de tara) até a frente de carregamento seja no máximo 3. O sistema considera duas situações:

a) A quantidade de veículos naquela frente de carregamento é menor que 3. Nesse caso, o próximo veículo que passar pela balança de saída (pesagem de tara) será designado para essa frente;

b) A quantidade de veículos naquela frente de carregamento é igual a 3. Nesse caso, o próximo veículo que passar pela balança de saída (pesagem de tara) será designado para uma outra frente cuja quantidade está menor que a designada inicialmente ou se todas as frentes estiverem com suas quantidades completas, o veículo será desviado para um pátio de espera aguardando ser designado para alguma frente de carregamento.

O diagrama a seguir [figura 7] apresenta o fluxo básico de dados para o modelo proposto.

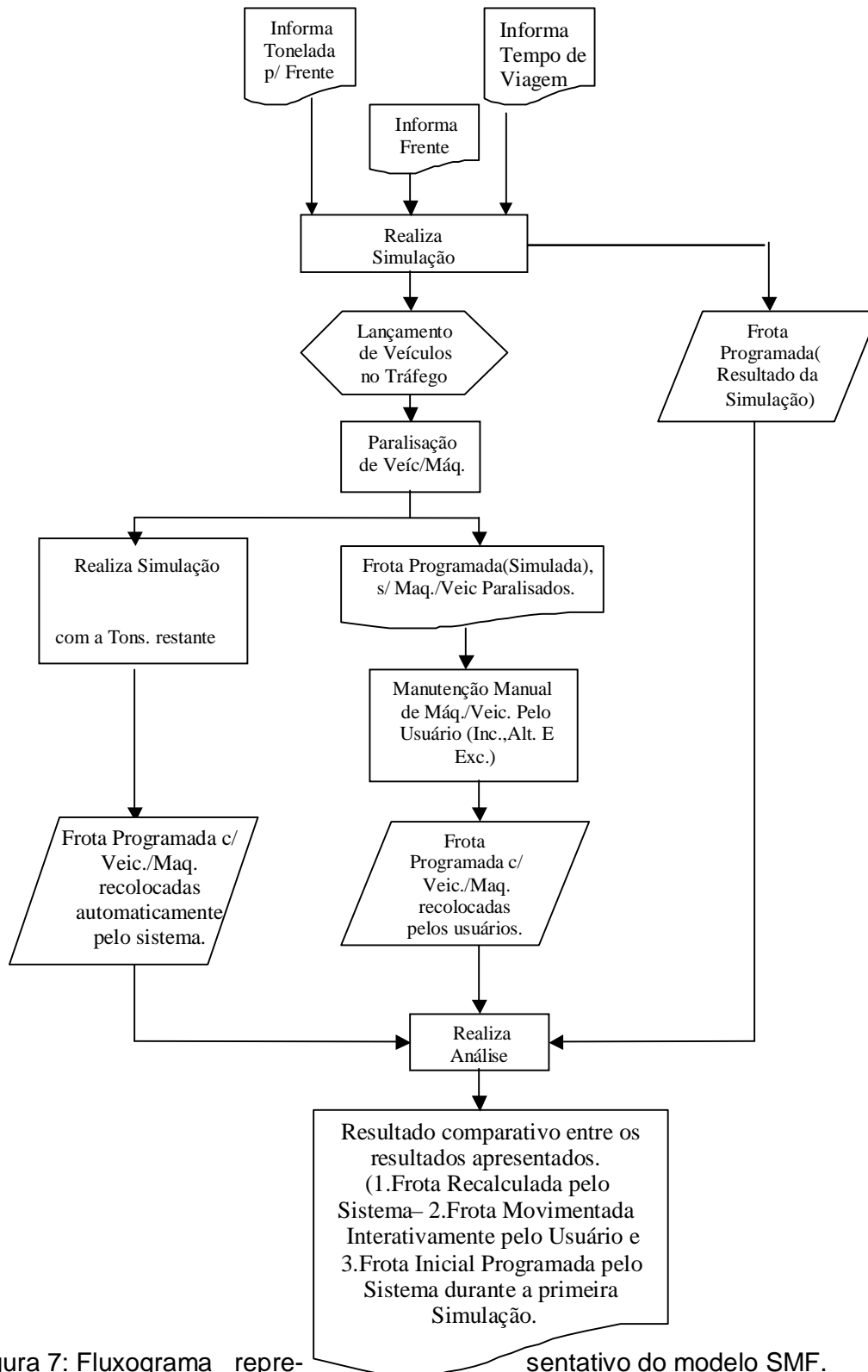


Figura 7: Fluxograma representativo do modelo SMF.

O SMF por meio dos módulos:

a) 'cadastros' efetua o cadastramento das:

- tabela de frente de carregamento - é a fazenda de onde sairá a cana-de-açúcar com destino a usina [ver figura 17, anexo A].
- tabela de motivos de parada dos veículos, tais como: em manutenção, borracharia, abastecimento, etc. [ver figura 19, anexo A].
- tabela de tipos de veículos, tais como: trucado, Romeu e Julieta, treminhão ou rodotrem, etc. [ver figura 23, anexo A].
- tabela de cadastro de veículos com seus respectivos códigos tais como: veículo com código 1001 é do tipo trucado, veículo código 1101 é do tipo Romeu e Julieta [ver figura 26, anexo A].

b)'simular' - neste item o SMF atualiza a tabela de movimento de veículos, onde racionaliza a quantidade e os tipos de veículos disponíveis para efetuar o transporte, para tanto necessita:

- 'lançar quantidade de tonelada p/ usina' - neste item é informada para o sistema a capacidade de moagem da usina nas 24 h [ver figura 29, anexo A]. Se o SMF estiver integrado com o sistema controlador industrial, essa quantidade pode ser atualizada sempre que for notada uma alteração na taxa de moagem. Quando houver alteração, o SMF pode redimensionar a frota [ver figura 30, anexo A].

c)'movimento da frota' - neste item o SMF efetua o calculo com base no tempo médio em que cada tipo de veículo demora para efetuar o ciclo completo, isto é: passar pela balança de saída (pesagem de tara); deslocar-se para a frente de carregamento; desengatar a(s) Julieta(s) vazia(s); ser carregado ou engatar a(s) Julieta(s) cheia(s); voltar para a usina; passar pela balança de peso bruto; retirar

amostra de cana para análise; descarregar e retornar para a balança de saída [ver figura 30, anexo A].

d)'consulta' - neste item o SMF permite ao usuário em um determinado momento verificar a localização dos veículos, isto é: se estão em transito, na frente de carregamento esperando o carregamento ou já carregado esperando o transporte para a usina, na usina descarregando, aguardando no pátio ou em manutenção [ver figura 33, anexo A].

d)'análise de veículos e máquinas' - neste item o SMF relaciona a programação das viagens com seus respectivos tempos e toneladas transportadas. Como o monitoramento por GPS não está implementado, neste item, podemos simular paradas de veículos / carregadeiras / rebocadores para antever o desempenho do transporte no final do período de processamento, bem como, comparar os resultados do processamento pelo sistema atual com um sistema automático, monitorado pelo GPS [ver figura 41, anexo A].

e)'localização' - neste item o SMF permite ao usuário saber a localização de um veículo específico, por exemplo o de código 1001 [ver figura 42, anexo A].

No tópico seguinte apresenta-se um exemplo de simulação para determinar a quantidade de veículos a serem utilizados em uma frente de carregamento.

4.2.4 Simulando alguns conjuntos de dados no SMF.

Neste item, descreve-se os passos que devem ser seguidos para se efetuar a simulação de transporte para uma frente de carregamento.

A função 'Simular' necessita que os cadastros de 'Frente de Carregamento', 'Motivos de Parada', 'Tipos de Veículos' e 'Veículos' estejam atualizados. Essa função é constituída por duas opções:

- a) Lançamento da quantidade de toneladas para a Usina, conforme demonstrado na Figura 8.

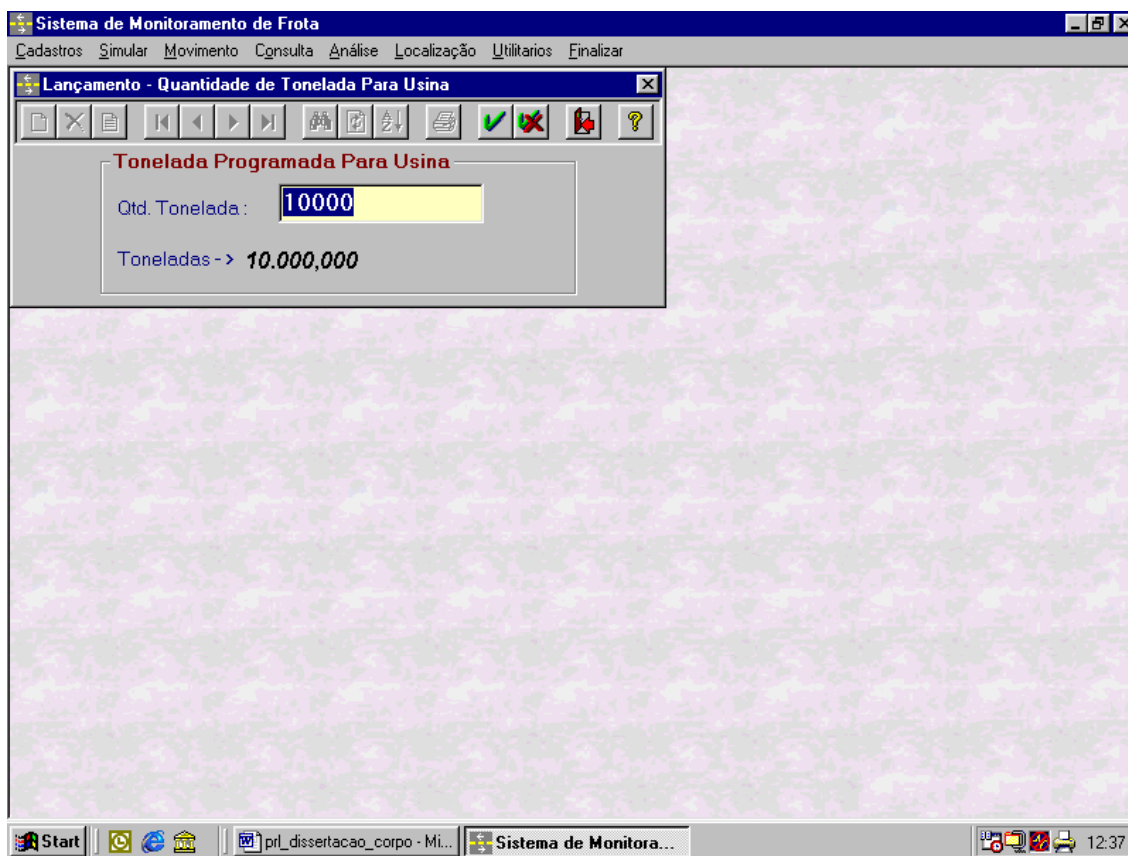


Figura 8: Lançamento da quantidade de toneladas de cana-de-açúcar para uma usina.

Clicando-se em novo documento (inclusão), abre uma janela de cadastramento de quantidade de tonelada para a Usina.

Na integração do SMF com um sistema de administração industrial, este campo pode ser ajustado durante o período de moagem de forma que o transporte da cana-de-açúcar acompanhe o ritmo da moagem da indústria.

b) Simulação do movimento da frota, conforme demonstrado na Figura 9.

Figura 9: Nesta tela o 'Total de Toneladas Programada' igual a 10.000 aparece automaticamente, em virtude da quantidade lançada na Figura 8.

No campo 'Frente', seleciona-se a frente de carregamento previamente cadastrada que no exemplo é a '2 - Santa Maria', a seguir, informa-se o tempo de

duração do trajeto e a quantidade de 'Tonelada Programada' para esta frente de carregamento.

A seguir, determina-se o(s) tipo(s) de veículo(s) que se adapta(m) a esta frente de carregamento. Por exemplo, se a topografia desta frente não é aconselhável para o Treminhão, o seu campo respectivo deve ser desmarcado.

Em seguida clicando-se no botão 'Simular' apresenta-se a quantidade por tipo de veículo, o total de 'Tonelada Real' que essa frota estimada consegue transportar. A quantidade de 'Tonelada Real' deve ficar no máximo dez por cento (10%) abaixo ou acima da 'Tonelada Programada' para esta frente como aparece na Figura 10.

Sistema de Monitoramento de Frota

Cadastros Simular Movimento Consulta Análise Localização Utilitarios Finalizar

Simulação do Movimento da Frota

Total de Toneladas Programada: 7.000.000 Tons.

N.º de Caminhões Toco: 10

N.º de Caminhões Julieta: 10

N.º de Caminhões Treminhão: 6

N.º de Outros Caminhões: 0

N.º de Carregadeiras: 8

Frente: [dropdown] Tempo de Demora: 00:00:00 Hrs.

Tonelada Programada: [input] Tons.

Tipo de Veículos na Frente

Toco Julieta Treminhão

[Simular] [Excluir] [Cancelar] [Finalizar]

Frente	Descrição da Frente	Dist. (Hs.)	Toco	Julieta	Treminhão	Carregadeira	Tonel. Real.	Tonel. Prog.
> 2	SANTA MARIA	02:00:00	0	0	4	2	2.880.000	3.000.000
	T O T A L.....:		0	0	4	2	2.880.000	3.000.000

Start [Taskbar icons] prl_dissertacao_corpo - Mi... Sistema de Monitora... 09:48

Figura 10: Simulação da frente de carregamento completa.

Verifica-se que a quantidade veículos determinada é de quatro treminhões e duas carregadeiras, perfazendo um total de 2.880 t. de cana.

Note-se que o 'Total de Toneladas Programada' que antes era de 10.000 t., passou para 7.000 t.. O 'Numero de Caminhões Treminhão', que antes era de 10, passou para 6 e o 'Numero de Carregadeiras', que antes era de 10, passou para 8, em virtude das alocações efetuadas na frente 2-Fazenda Santa Maria.

No campo 'Consulta', verificamos:

a)Na opção 'Posicionamento dos Veículos - GPS' podemos localizar os veículos que estão em trânsito, na frente carregando, na Usina descarregando ou parados no pátio de estacionamento, aguardando ser designado para alguma outra frente de carregamento.

A Figura 11 demonstra os 'Caminhões em Trânsito', onde estão relacionados os veículos que passaram pela balança de saída (pesagem de tara) e que a ela ainda não retornaram.

b)Na opção 'Veículos Paralisados' são relacionados os veículos que se encontram nessa situação por motivos cadastrados anteriormente, tais como: em manutenção, borracharia, abastecimento etc.

c)Na opção 'Veículos Aguardando Serviço' são relacionados os veículos que se encontram no pátio aguardando uma nova designação de frente de corte, conforme demonstrado na Figura 12.

No campo 'Análise', verificamos:

a)Na opção 'Veículos' encontramos três outras opções: programado, automático e monitorado. Na opção 'Programado' são relacionados todos os

veículos que estão programados com seus respectivos horários de saída e chegada na Usina, conforme demonstrado na Figura 13.

O mesmo procedimento é válido para as máquinas.

Veículo	Descrição - Tipo de Veículo	Frente	Descrição - Frente	Data de Movto.	Hora de Saída	Hora de Chegada	Tonelada/Viagem
1201	TREMINHÃO	2	SANTA MARIA	29/10/03	13:21:46	15:21:46	60,000
1202	TREMINHÃO	2	SANTA MARIA	29/10/03	13:21:47	15:21:47	60,000
1203	TREMINHÃO	2	SANTA MARIA	29/10/03	13:21:48	15:21:48	60,000
1204	TREMINHÃO	2	SANTA MARIA	29/10/03	13:21:48	15:21:48	60,000
T O T A L							240,000

Figura 11: Demonstra o posicionamento dos veículos em trânsito.

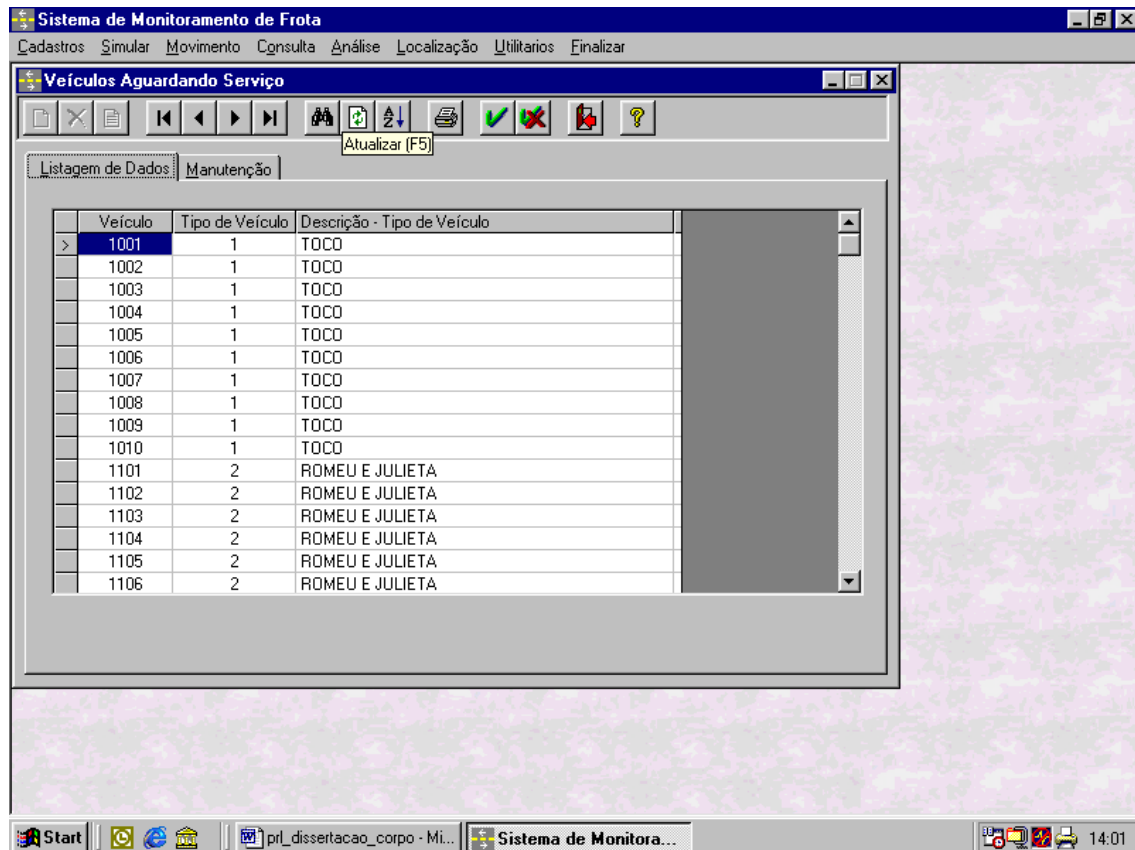


Figura 12: Esta tela relaciona os veículos que se encontram no pátio aguardando uma nova designação de frente de corte.

Sistema de Monitoramento de Frota

Cadastro Simular Movimento Consulta Análise Localização Utilitarios Finalizar

Análise dos Veículos Programados

Listagem de Dados Manutenção

Frente: 2 - SANTA MARIA Tempo de Demora: 02:00:00 Hrs.

Tonelada Programada: 3.000,000 Tons. Tonelada Realizada: 2.880,000 Tons.

Informações - Número de Veículos Programados

N.º de Caminhões Toco: 0 N.º de Caminhões Treminhão: 4

N.º de Caminhões Julieta: 0 N.º de Carregadeiras: 2

Veículo	Descrição - Tipo de Veículo	Data de Movto.	Hora de Saída	Hora de Chegada	Tonelada/Viagem
1201	TREMINHÃO	29/10/03	11:21:46	13:21:46	60,000
1202	TREMINHÃO	29/10/03	11:21:47	13:21:47	60,000
1203	TREMINHÃO	29/10/03	11:21:48	13:21:48	60,000
1204	TREMINHÃO	29/10/03	11:21:48	13:21:48	60,000
1201	TREMINHÃO	29/10/03	13:21:46	15:21:46	60,000
1202	TREMINHÃO	29/10/03	13:21:47	15:21:47	60,000
1203	TREMINHÃO	29/10/03	13:21:48	15:21:48	60,000
1204	TREMINHÃO	29/10/03	13:21:48	15:21:48	60,000
1201	TREMINHÃO	29/10/03	15:21:46	17:21:46	60,000
1202	TREMINHÃO	29/10/03	15:21:47	17:21:47	60,000
1203	TREMINHÃO	29/10/03	15:21:48	17:21:48	60,000
1204	TREMINHÃO	29/10/03	15:21:48	17:21:48	60,000
1201	TREMINHÃO	29/10/03	17:21:46	19:21:46	60,000

Start [Icons] prl_dissertacao_corpo - Mi... Sistema de Monitora... 14:11

Figura 13: Nesta tela estão relacionadas todas as viagens dos veículos programados, com seus prováveis horários de saída e chegada na Usina.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSÃO E PRÓXIMAS ETAPAS

Este estudo teve como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento de frota para o transporte da cana-de-açúcar em usinas com a finalidade de evitar filas nas balanças ou nas frentes de carregamento.

Este autor acredita que com esse sistema pode tornar possível a redução da quantidade de equipamentos e caminhões em serviço durante o período diurno (das 6 às 20 horas), período em que há maior concentração de veículos de fornecedores entregando cana na usina e concorrendo com os caminhões da frota própria. É, portanto, nesse período que poderá haver menor quantidade de equipamento, caminhões, motoristas e operadores em atividade.

No sistema atual, a quantidade de veículos alocada para cada frente de carregamento é fixa. No sistema proposto, o gerenciamento da frota é dinâmico, portanto a quantidade de veículos por frente será menor, conforme simulação mostrada no SMF. Conseqüentemente, haverá uma redução no custo do transporte que compensará o investimento no sistema proposto.

Para a implementação desse sistema, deve-se:

- a) Equipar a usina com equipamentos de processamento de dados de última geração;
- b) Implementar rede interna de computadores;
- c) Equipar usina com rede de telefonia adequada (instalações e equipamentos);
- d) Treinamento do pessoal envolvido com a nova tecnologia;

- e) Confiar nos resultados do sistema, e executar fielmente o que por ele for determinado, senão os resultados finais serão distorcidos;
- f) Delegar poderes para que o gerenciador, responsável pelo sistema possa determinar e cobrar resultados que o sistema determina.

5.1 Vantagens do Sistema Proposto

As principais vantagens apresentadas pelo sistema SMF proposto estão, na verdade, relacionadas com as vantagens inerentes à mudança do sistema logístico, de frente fixa para frente monitorada ou dinâmica. Os pontos positivos advindos desta mudança são:

- Atualização automática da quantidade de veículos necessários para atender as necessidades das frentes de carregamento com mínimo custo. Sempre que a quantidade de matéria-prima nas frentes vão sendo consumidas/transportadas, o sistema automaticamente atualiza as o volume de estoques de matéria-prima e recalcula a quantidade de veículos necessários. Este dinamismo no cálculo de veículos necessários às frentes tem como grande vantagem não apenas a redução de custos proveniente de um possível uso desnecessário do veículo, mas também alocar o veículo a uma frente mais necessitada.
- Possibilidade de disposição de informações em tempo real. Devido ao monitoramento constante dos veículos pelo GPS (ou outra tecnologia que traga os mesmos benefícios), pode-se saber, em tempo real, em que condições se encontram os veículos (quebras, abastecimento, trocas de pneus, etc.) ou se houve mudanças na programação das usinas. O acesso a estas informações é fundamental para se evitar desperdícios ou mau uso dos recursos logísticos envolvidos.

- Redução do tempo médio de transporte entre frentes de carregamento e usinas. Tal redução está diretamente vinculada à redução dos tempos médios de fila permitida pelo uso do sistema proposto.
- Redução da quantidade de pessoas envolvidas com a alocação dos veículos às frentes de carregamento. Atualmente, a alocação de veículos é feita por funcionários (*dispatcher*) que trabalham na guarita de controle de frota. Com a implantação do sistema proposto, tal alocação seria feita automaticamente pelo sistema, sem a necessidade, portanto, daqueles funcionários. Entre funcionários da balança e do controle de frota, pode-se esperar uma redução de oito a dez funcionários, algo em torno de US\$3500,00.
- Elimina o(s) sistemas baseados na tramitação de formulários de controle tais como: ordem de carregamento e etiquetas.
- Possibilidade de aumento das taxas de utilização das moedas advindas da redução dos riscos associados à falta de matéria-prima (cana-de-açúcar). O monitoramento constante e dinâmico dos veículos envolvidos permite evitar-se o não atendimento das necessidades das usinas advindas de situações não previstas.
- Possibilidade de execução de um adequado programa de manutenção preventiva da frota de veículos e até mesmo da usina. Mais uma vez, o controle em tempo real dos aspectos envolvidos permite que se possa antever futuras ociosidades da frota e assim, fazer uso destes momentos de ociosidade para executar manutenções preventivas.
- Possibilita o auxílio no controle do desvio de matéria prima.

- Comparação do executado com o planejado. As informações disponibilizadas pelo sistema proposto permitem que se possa comparar alguns índices de desempenho, como quantidade de cana-de-açúcar transportada versus planejada.

Apesar dos aspectos apresentados, existem algumas limitações quanto ao uso e implementação do sistema proposto. No tópico a seguir são apresentadas algumas destas limitações.

5.2 Fatores Limitantes à Implementação do Sistema Proposto

Talvez a maior limitação quanto ao uso do sistema proposto esteja relacionada às tecnologias envolvidas. Quanto a isto, pode-se citar:

- Dependência de poucas tecnologias atualmente disponíveis que possam viabilizar o sistema proposto. Dado o atual estágio tecnológico, tem-se apenas o GPS e a radiofrequência como alternativas viáveis.
- Associado ao item anterior, os custos envolvidos com a aquisição e manutenção de quaisquer das duas tecnologias é relativamente alto.
- Ainda que o uso do GPS parece ser a melhor alternativa no momento (devido às facilidades relativas ao fato dos equipamentos serem pequenos e de fácil instalação), os custos envolvidos podem inviabilizar o uso do sistema. A instalação da antena GPS e do computador de bordo em cada veículo, tem valor aproximado a US\$2500. A manutenção mensal do sistema, que inclui fornecimento de software e operacionalização do sistema (transmissão de mensagens) tem valor aproximado a US\$1000. Uma proposta orçamentária de implementação de um sistema GPS encontra-se no anexo D. Também, no anexo F, encontra-se uma breve

discussão técnica das alternativas tecnológicas disponíveis (GPS versus radiofrequência).

Indiretamente relacionadas às limitações citadas, são propostas a seguir algumas sugestões para continuidade do estudo aqui desenvolvido.

5.3 Desdobramentos desta Pesquisa

Para continuidade desta pesquisa, sugere-se aqui a realização de um estudo voltado à aplicação do sistema proposto para verificação ou validação da premissa que sistemas voltados à alocação dinâmica de veículos às frentes de carregamento de fato trazem vantagens competitivas às usinas, como:

- redução do tempo médio total de transporte;
- melhor aproveitamento dos recursos logísticos disponíveis;
- redução dos custos associados à gestão das operações logísticas;
- ganhos de produtividade das moendas.

Outra sugestão para trabalhos futuros é o desenvolvimento de um sistema que opere de maneira integrada ao sistema de planejamento e controle da produção da usina. Desta maneira, por exemplo, a informação relativa à necessidade de moagem da usina no dia, que atualmente é feita manualmente, seria automaticamente informada pelo sistema. Tais informações, quando disponíveis em tempo real, minuto a minuto, poderia melhorar ainda o uso eficiente dos recursos logísticos envolvidos.

Outro ponto para aperfeiçoamento do sistema poderia ser a possibilidade de geração de relatórios gerenciais para controle do desempenho dos veículos

envolvidos. As informações permitidas por estes relatórios poderiam servir, inclusive, para atualização dos dados cadastrais utilizados.

Por fim, sugere-se quebrar o tempo total de transporte em tempos por trechos percorridos, ou seja, tempo decorrido da usina para a frente de carregamento, tempo de carregamento na frente de carregamento, tempo da frente de carregamento para a usina, tempo de descarregamento na usina e nova saída para a frente de carregamento. Tal detalhamento possibilitaria um melhor controle das operações envolvidas.

GLOSSÁRIO

Almanaque:

Informações de localização (constelação) e status dos satélites transmitida por cada satélite e coletada pelo receptor.

Azimute:

O ângulo formado entre a direção Norte-Sul e a direção de um objeto considerado, contado a partir do Pólo Norte, variando de 0° a 360° no sentido horário.

Caminhão:

Transportador da cana pode ser 'próprio', 'fretista' ou 'terceiro' e de 'fornecedor'

- Caminhões 'próprios', pertencem à Usina. A frota é padronizada. As características são conhecidas, o que facilita a manutenção e a programação do transporte.
- Caminhões 'fretistas ou terceiros' não pertencem à Usina. A frota normalmente não é padronizada, portanto com capacidade e desempenho diferenciado. Esses detalhes podem ser administrados.
- Caminhões de 'fornecedores' não pertencem à Usina. Os modelos e capacidades são diversificados. É difícil de ser administrado.

Carregadeira:

É um trator convencional adaptado com um braço mecânico e uma garra na ponta. Através desse braço, a garra apanha a cana 'enleirada' e a coloca na carroceria do veículo [ver figura 52 a 53, anexo B].

Colhedeira mecanizada:

Equipamento especializado para o corte da cana em pé, limpeza da palha, corte da cana em pedaços, carregamento da Julieta ou transbordo, dependendo das condições do terreno.[ver figura 57 a 59, anexo C].

Estima-se que uma colhedeira mecanizada substitua no mínimo 100 cortadores de cana.

Coordenada:

Descrição única de uma posição geográfica, usando caracteres numéricos ou alfanuméricos.

Corte da Cana:

Para facilitar o corte, carregamento e transporte, a cana é queimada. Cada cortador corta cinco ruas ao mesmo tempo, da seguinte forma [ver figura 44, anexo B]:

- Considerando-se a rua1, rua2, rua3, rua4 e rua5. Inicialmente corta alguns metros da cana da rua3 ;
- A cana cortada é empilhada (enleirada [ver figura 45, anexo B]), na própria rua3 com as pontas sempre voltadas para o mesmo lado. É o que chamam de 'ponta com ponta' e 'pé com pé';

Em seguida cortam a rua2 e empilham na mesma rua3 já iniciada, da mesma forma, 'ponta com ponta'. Logo após, cortam a rua1 e empilham na rua3. Depois, cortam a rua4, e por ultimo a rua5. Todas empilhadas na rua3, 'ponta com ponta' e 'pé com pé'

Ao terminar de cortar a cana da rua, retornam cortando as pontas da cana (despontar a cana).

OBS: A cana é enleirada pelo cortador para facilitar a carregadeira apanhar a cana através da garra do braço mecânico [ver figura 51 e 52, anexo B].

Curso:

É o ângulo formado entre a direção do destino e a direção Norte-Sul, medida em graus.

Declinação Magnética:

A diferença, em graus, entre o norte magnético e o verdadeiro.

Diluição de Precisão:

DOP (*Dilution Of Precision*) – Também conhecida como GDOP (*Geometric DOP*), é o fator que determina a precisão obtida devido à geometria dos satélites. Quanto menor a DOP, melhor a precisão.

Direção:

A direção do deslocamento, medida em graus, baseada na convenção que considera o operador/receptor no centro de um círculo imaginário, estando o Norte a $0^{\circ}/360^{\circ}$ e o Sul a 180° .

Dispatcher:

Funcionário da guarita de transporte que efetua a alocação dos veículos para à frente de carregamento.

Distância Média:

A distância média é calculada entre a usina e o centro geográfico da Fazenda. A tecnologia do GPS ou geoprocessamento permite calcular a distância média entre a usina e o centro geográfico do talhão.

Fazenda:

Propriedade localizada na zona rural que cultiva (nesse estudo) cana-de-açúcar.

Frente de Carregamento:

É o talhão em que a cana foi cortada e onde se concentram as carregadeiras, rebocadores e caminhões transportadores da cana.

Existem frentes de carregamento 'próprias' (fazendas que pertencem à Usina) e de 'Fornecedores' (fazendas ou sítios particulares).

Frente de carregamento própria:

A Usina determina a quantidade de frente de carregamento, bem como a quantidade de carregadeiras, rebocadores e caminhões em cada uma delas .

Frente de carregamento de fornecedor:

A Usina não detém o domínio dessas frentes de carregamento, porque o fornecedor queima, carrega e transporta quando ele próprio determina.

Hillo:

Aparelho em forma de 'V' invertido, utilizado na descarga da cana na usina

Julieta:

É uma carreta sem poder de locomoção própria. É puxada por um caminhão com carroceria (Romeu) [ver figura 48 a 50, anexo B].

Navegação:

Ato de determinar o curso e a direção do deslocamento.

Norte Verdadeiro ou de Gauss:

A direção do Pólo Norte.

Norte Magnético:

A direção apontada pela agulha da bússola magnética.

Perna:

Distância de um ponto de uma rota ao próximo ponto de referência.

Posição:

Uma localização geográfica na superfície da Terra.

Posição Fixa:

Coordenadas de posição computadas pelo receptor GPS

Rebocador:

É um trator potente, com tração em todas as rodas. Sua função é rebocar a 'Julieta' (carreta) no acompanhamento da carregadeira até o estacionamento em local apropriado .

Rodotrem:

É o conjunto formado por um cavalo mais três carretas (Julietas) [ver figura 46, anexo B].

Rota:

Um curso planejado de viagem definido por uma seqüência de pontos.

Rumo:

A direção pretendida de movimento.

S.A:

Selective Availability (Disponibilidade Seletiva) – O erro aleatório que o Departamento de Defesa dos EUA introduz deliberadamente nos sinais transmitidos pelo sistema de GPS para degradar sua precisão, onde e quando desejar.

Setor e Talhão:

Para facilidade de plantio, controle de pragas, tratos culturais e queimadas, as fazendas são divididas em Setores e Talhões. Fazendo uma analogia, a fazenda seria a cidade, os setores seriam os bairros e os talhões, seriam os quarteirões [ver figura 43, anexo B].

A cana é plantada no talhão em fileiras equidistantes, no mínimo 1.20 m e no máximo 1.50m. Cada fileira é conhecida por RUA [ver figura 44 e 45, anexo B].

Transbordo:

Carreta apropriada para acompanhar a colhedeira mecânica e depositar a carga nos veículos apropriados para o transporte da cana picada [ver figura 58 a 64, anexo C].

Treminhão:

É o conjunto formado por um caminhão mais duas carretas (Julietas).

Referências Bibliográficas

BARROS, G. L. M. Navegando com a eletrônica. Rio de Janeiro: Editora Catau. 1995.

BEAUJON, G. J.; TURNQUIST, M. A. *A model for fleet sizing and vehicle allocation. Transportation Science*, v. 25, n.1, fev. 1991.

COSTA NETO, P. L. O. Estatística. São Paulo: Edgar Blucher. 1998.

EID, F. Progresso técnico na agroindústria sucroalcooleira. *Revista Informações Econômicas*, v. 26, n.5, p.29-36, maio. 1996.

EVERITT, P. G. *Cane transport scheduling: an integrated system. International Sugar*, Sidney, Abr. 1999.

HAHN, M. H. Simulador de sistema de transporte da cana-de-açúcar. 150 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP. 1994.

GPS - *Global positioning system*. Disponível em <http://www.gpsbr.hpg.ig.com.br/.html>. Acesso em: 28 jan. 2003.

GRISOTTO, M. E. Otimização do transporte da cana-de-açúcar por caminhões. 125 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Matemática Aplicada) - Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP. 1995

IANNONI, A. P. Análise do sistema logístico de descarga de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma grande usina na região de Ribeirão Preto. Dissertação de

Mestrado em Engenharia de Produção – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

IANNONI, A. P.; MORABITO, R. Análise do sistema logístico de recepção da cana-de-açúcar: um estudo de caso utilizando simulação discreta. *Gestão & Produção*, v.9, n.2, p. 107 - 128. Ago, 2002.

MCWHINNEY, W. *Bud chips of sugar-cane varieties for worldwide transport*. *Sugar Azucar*, Los Angeles, Nov. 1980. Disponível em: <http://www.aps.org/apsnews/.html>. Acesso em: 1º nov. 2000.

PRADO, D. S. Programação linear. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v.1, fl 27 - 60. 1999.

PRADO, D. S. Teoria das filas e da simulação. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v.2, 124 f. 1999.

PRETTO, P. W. Análise do recebimento da cana-de-açúcar em usina, com aplicação do modelo das filas. 131 f. Tese (Doutor em Agronomia, Área de Concentração 'Energia na Agricultura') - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho', Botucatu - SP. 1995.

TANENBAUM, A. S. Rede de computadores. Rio de Janeiro: Editora Campus, tradução da 3ª. ed. original. fl 106 - 111. 1997.

YAMADA, H. T. Y. Modelagem das cadeias de atividades produtivas da indústria sucroalcooleira visando à aplicação em estudos e simulação. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica – Escola de Engenharia de São Carlos, 1999.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

FARINA, E.M.M.Q. E REZENDE,C.L. *Organic Products in Brazil: Institutional Environment and Competition Patterns*. Publicado nos anais do encontro de 2001 da *International Society for New Institutional Economics* (ISNIE) em Berkeley, California, USA.

FARINA, E.M.M.Q. E REZENDE,C.L. *Changing competition patterns in a weak regulatory environment: the case of organic products in Brazil*. Foi apresentado no encontro da IAMA em 2001, Austrália e publicado nos anais.

LOPES, M. B. Simulação de um sistema de carregamento e transporte da cana-de-açúcar. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1995.

NEVES, M. F. & WAACK, R. & MARINO, M. K. O Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar: Caracterização das Transações entre Empresas de Insumos, Produtores de Cana e Usinas. Anais do III SEMEAD – Seminários em Administração – FEA/USP, Outubro de 1998.

NEVES, M. F. & WAACK, R. & MARINO, M. K. O Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar: Caracterização das Transações entre Empresas de Insumos, Produtores de Cana e Usinas: 559 - 572. Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural - SOBER, Agosto de 1998.

VIEIRA, S. Como escrever uma tese. São Paulo, Editora Pineira. 1991.

THIOLLENT. M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo, Editora Cortez. 1985.

YOSHIZAKI, H. T. Y. Análise de desempenho operacional de sistemas logísticos e de transportes: aplicação de redes de filas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1989.

ANEXO A

1. Descrição detalhada do Sistema de Monitoramento de Frota

1.1 Tela principal

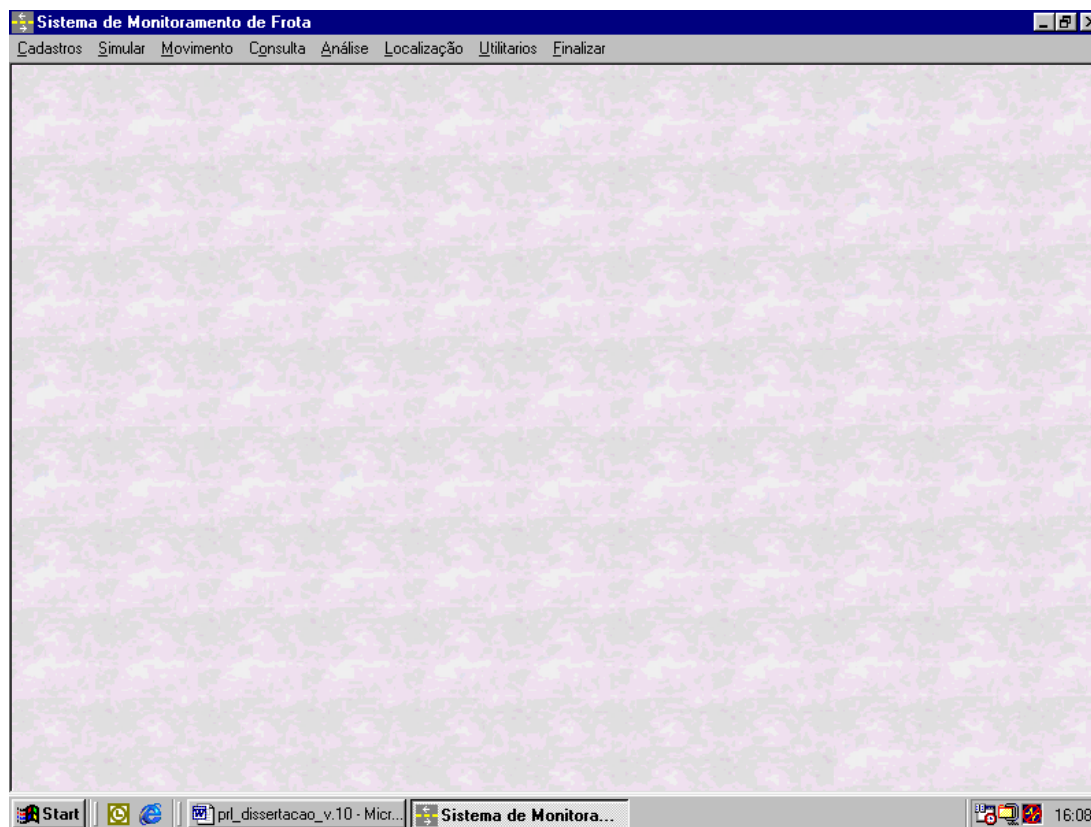


Figura 14: Na tela principal encontramos as funções básicas do sistema que são: Cadastro, Simular, Movimento, Consulta, Análise, Localização, Utilitários e Finalizar.

1.2 Cadastros

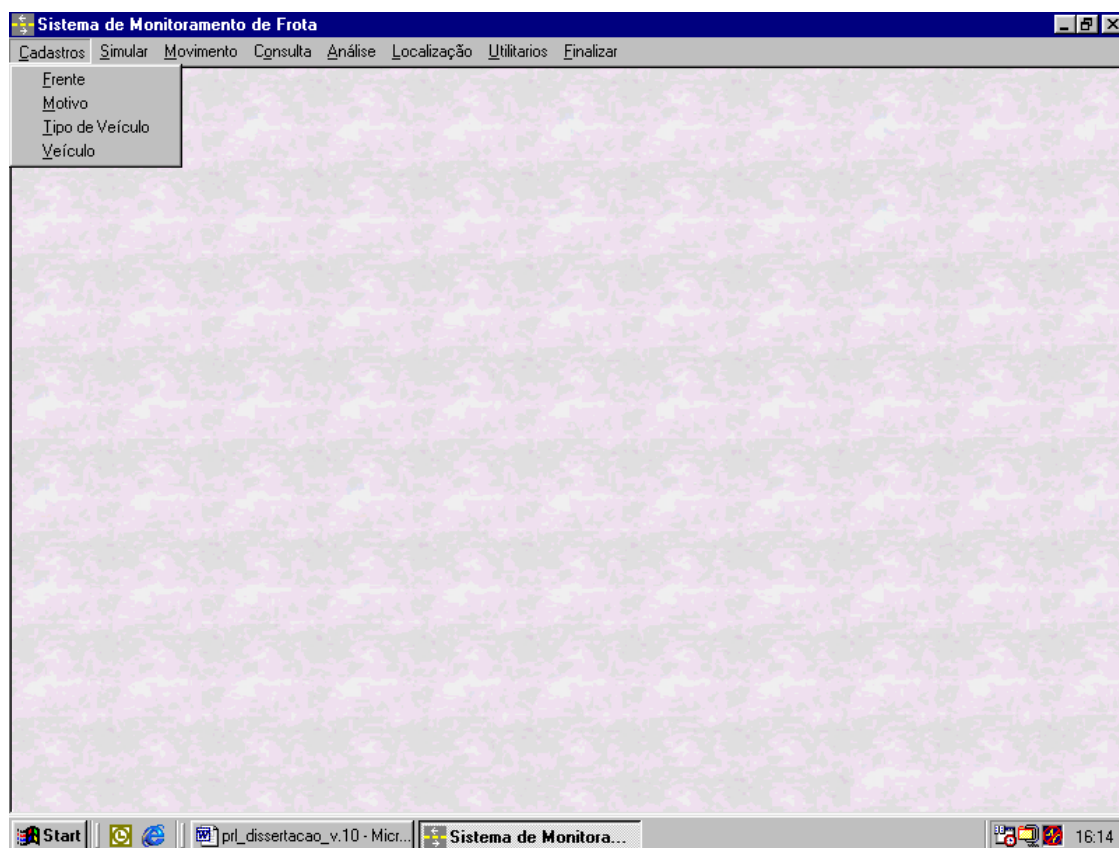


Figura 15: Na função Cadastro, pode-se incluir, excluir e alterar dados nas tabelas correspondentes as:

- Tabela Frente de Corte

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
CodFrente	Inteiro Longo	N.º da Fazenda
DcrFrente	Texto	Descrição da Fazenda

Figura 16 - Nesta tabela estão cadastradas as frentes de corte que estão sendo movimentadas. Quando a ultima carga de uma frente de corte for transportada para a usina, ela poderá ser retirada da tabela.

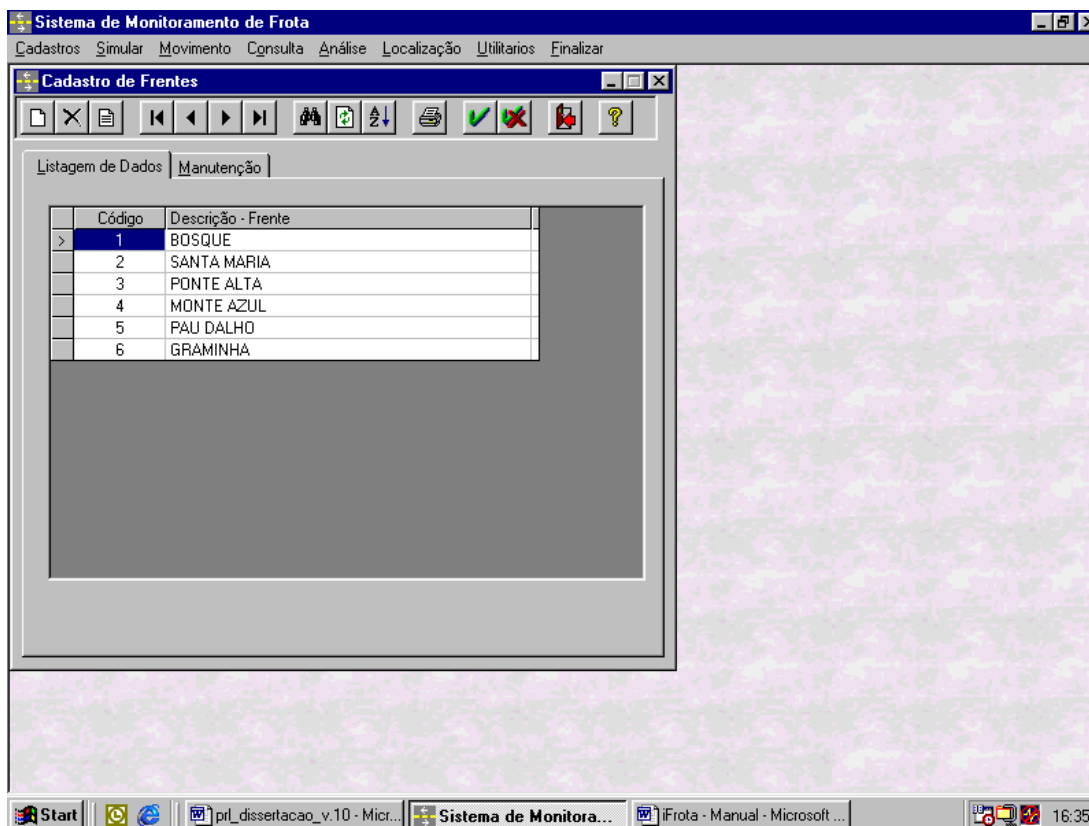


Figura 17: - Clicando em Listagem de Dados, abre a janela com a relação do cadastro das frentes de corte que estão sendo movimentadas.

- Tabela de Motivos

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
CodMotivo	Inteiro Longo	Código do Motivo de Paralisação
DcrMotivo	Texto	Descrição do Motivo da Paralisação

Figura 18 - Nesta tabela estão cadastrados os motivos de paralisação dos veículos envolvidos no transporte.

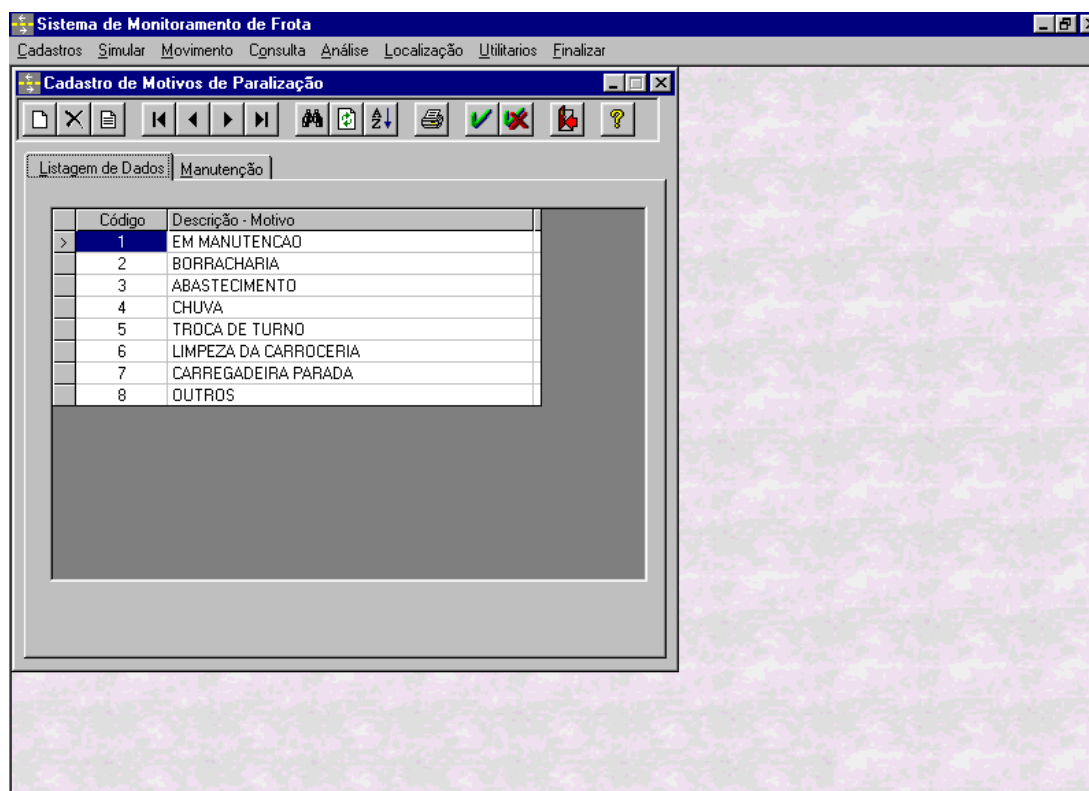


Figura 19: Clicando em Listagem de Dados, abre a janela com a relação do cadastro de motivos.

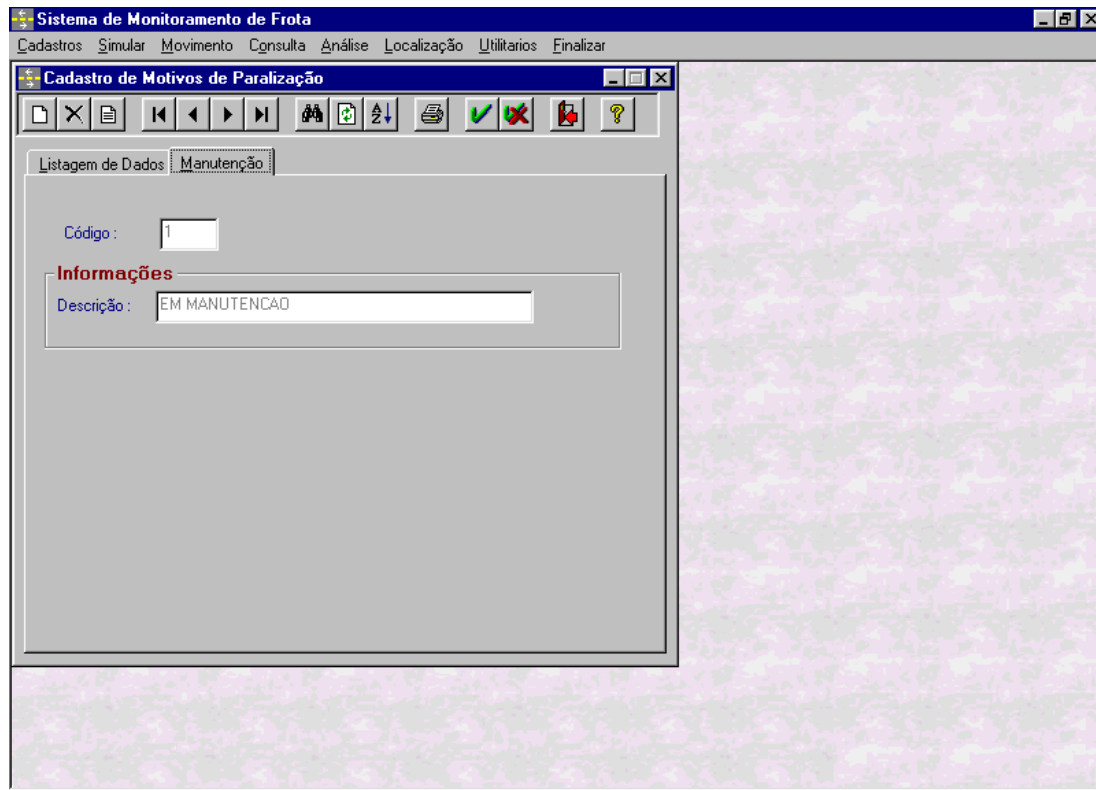


Figura 20: Clicando em Manutenção, abre a janela com o código do veículo marcado e o motivo de sua paralisação.

- Tabela de Cadastro de Tipos de Veículos

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
CodTipoVeículo	Inteiro Longo	Código do Tipo do Veículo
DcrTipoVeiculo	Texto	Descrição do Tipo de Veículo
QtdTonel	Inteiro Longo	Quantidade de Tonelada Transportada pelo Veículo
QtdCargas	Inteiro Longo	Quantidade de Cargas por Veículo

Figura 21 - Nesta tabela estão cadastrados os tipos de veículos utilizados no transporte.

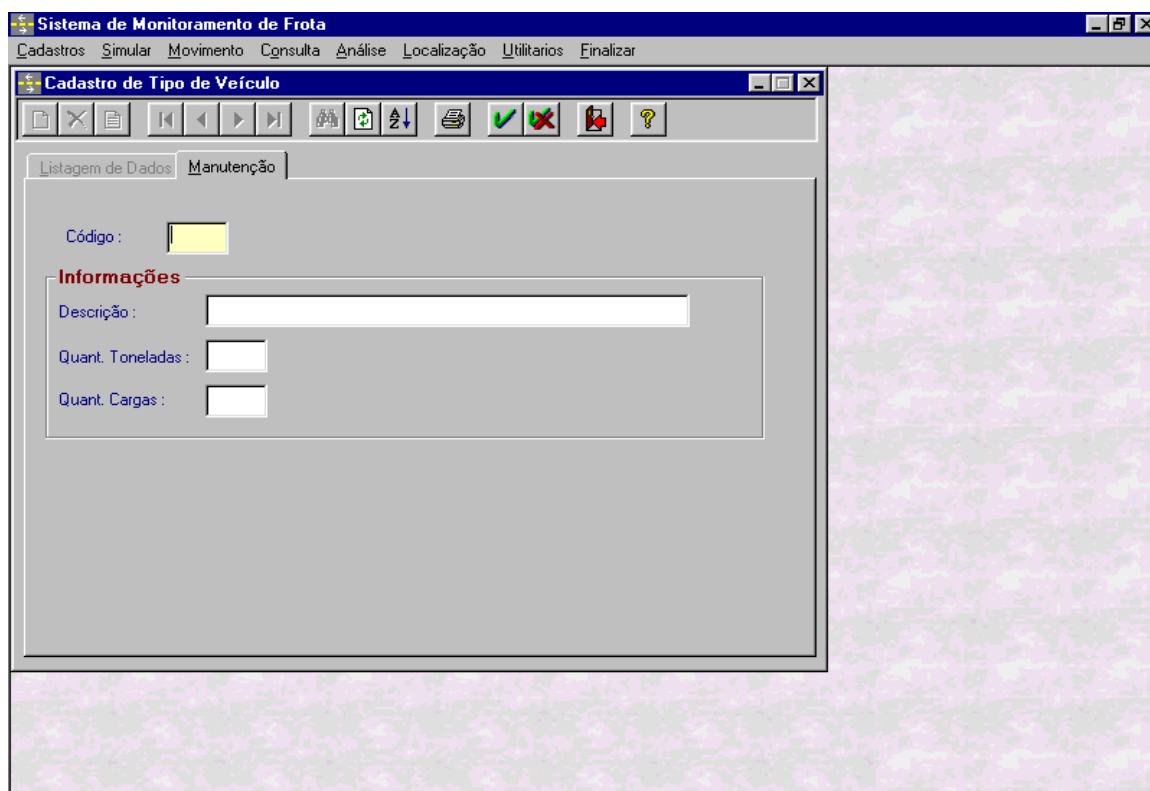


Figura 22: Clicando em Novo Documento (inclusão), abre a janela com o código do veículo a ser cadastrado.

- O campo descrição deve ser preenchido com o tipo do veículo;

- O campo quantidade toneladas deve ser preenchido com a media das toneladas que aquele tipo de veículo transporta;
- O campo quantidade de cargas deve ser preenchido com a quantidade de cargas que cada veículo transporta por viagem. Por exemplo:
 - O caminhão Trucado corresponde a uma viagem transportada;
 - O caminhão Romeu e Julieta corresponde a duas viagens transportadas;
 - O caminhão Treminhão corresponde a três viagens transportadas;
 - O caminhão Rodotrem corresponde a tres viagens transportadas.

Código	Descrição - Tipo de Veículo	Qtd. Toneladas	Qtd. Cargas
1	TOCO	18,000	1
2	ROMEU E JULIETA	20,000	2
3	TREMINHAO	23,000	3
4	OUTROS	0,000	0
5	CARREGADEIRA	20,000	0

Figura 23: Clicando em Listagem de Dados, abre a janela com a relação dos tipos de veículos cadastrados com suas respectivas descrições, quantidade de toneladas e a quantidade de cargas.

- Tabela de Cadastro de Veículos

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
CodVeiculo	Inteiro Longo	N.º do Veículo
CodTipoVeiculo	Inteiro Longo	Código do Tipo do Veículo
Serviço	Inteiro Longo	Informa e Determina se o Veículo Está ou não em Trafego

Figura 24 - Nesta tabela estão cadastrados os veículos utilizados no transporte.

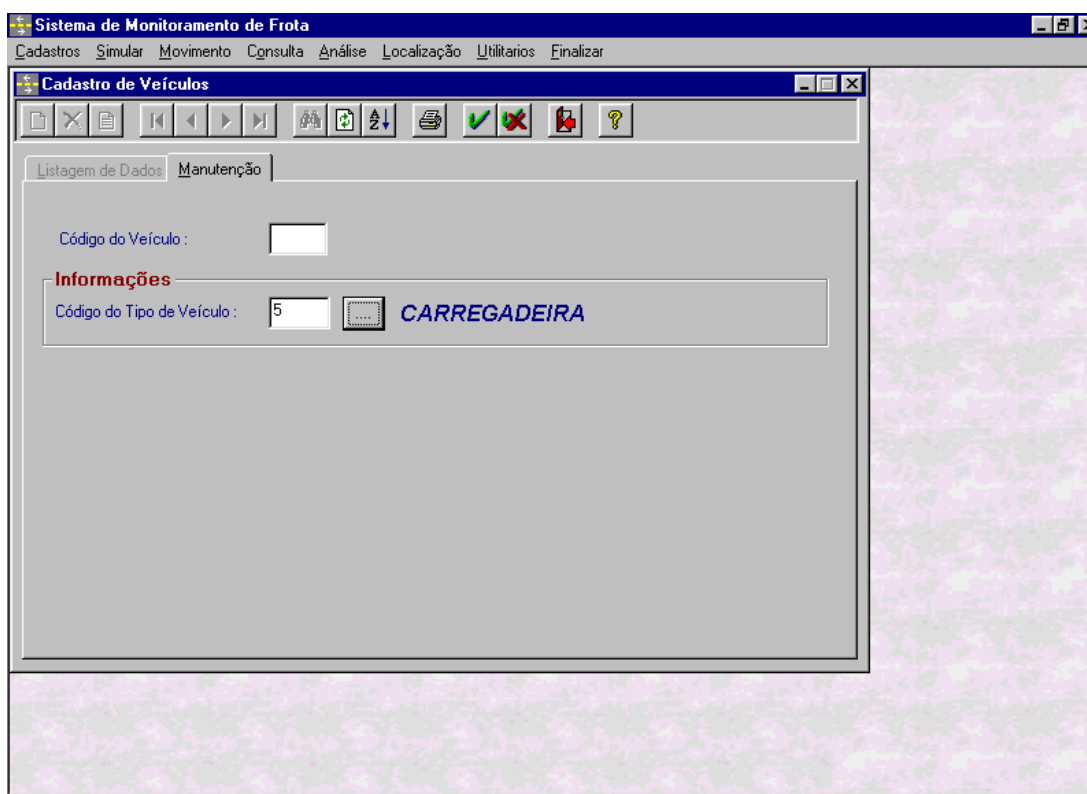


Figura 25: Clicando em Novo Documento (inclusão), abre uma janela de cadastramento de veículo para preencher os campos:

- Código do Veículo
- Código de Tipo de Veículo - clicando o *button* com três pontinhos, abre uma relação dos tipos de veículos cadastrados. Clicando sobre um deles, o conteúdo do campo é preenchido.

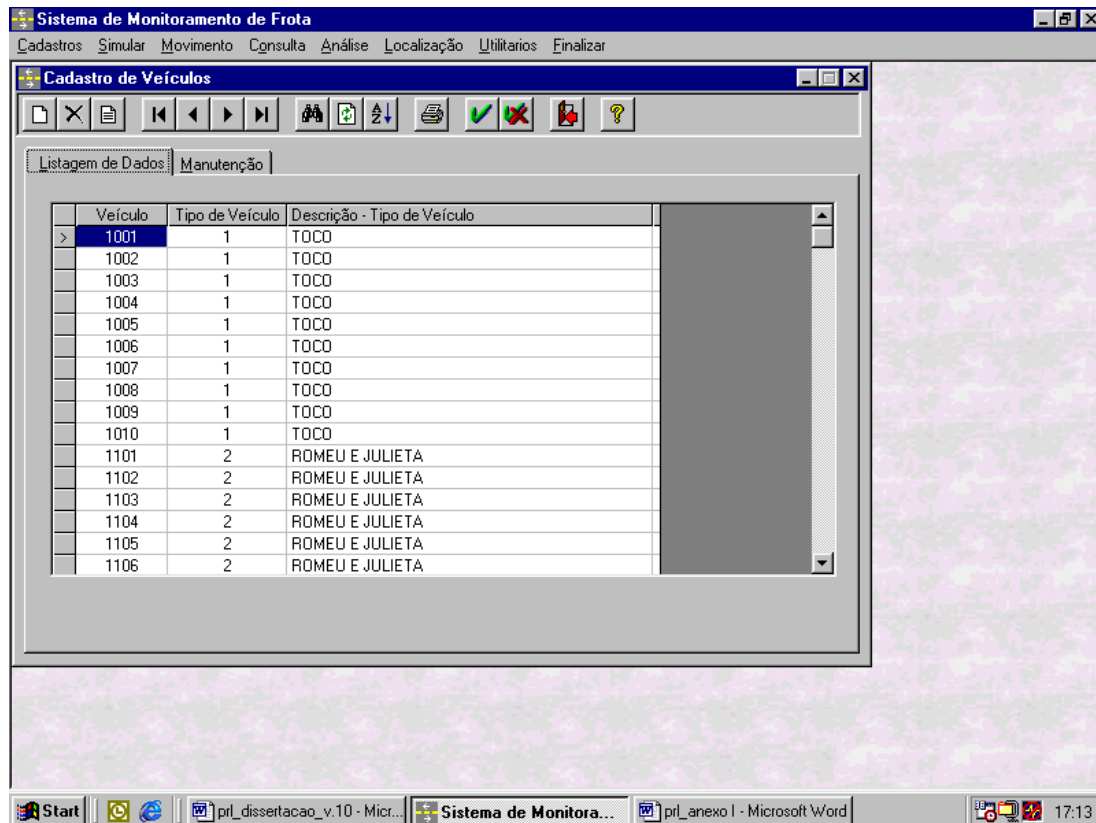


Figura 26: Clicando em Listagem de Dados, abre uma janela com a relação dos veículos cadastrados com os campos:

- código do veículo;
- tipo do veículo;
- descrição do tipo do veículo .

1.3 Simular

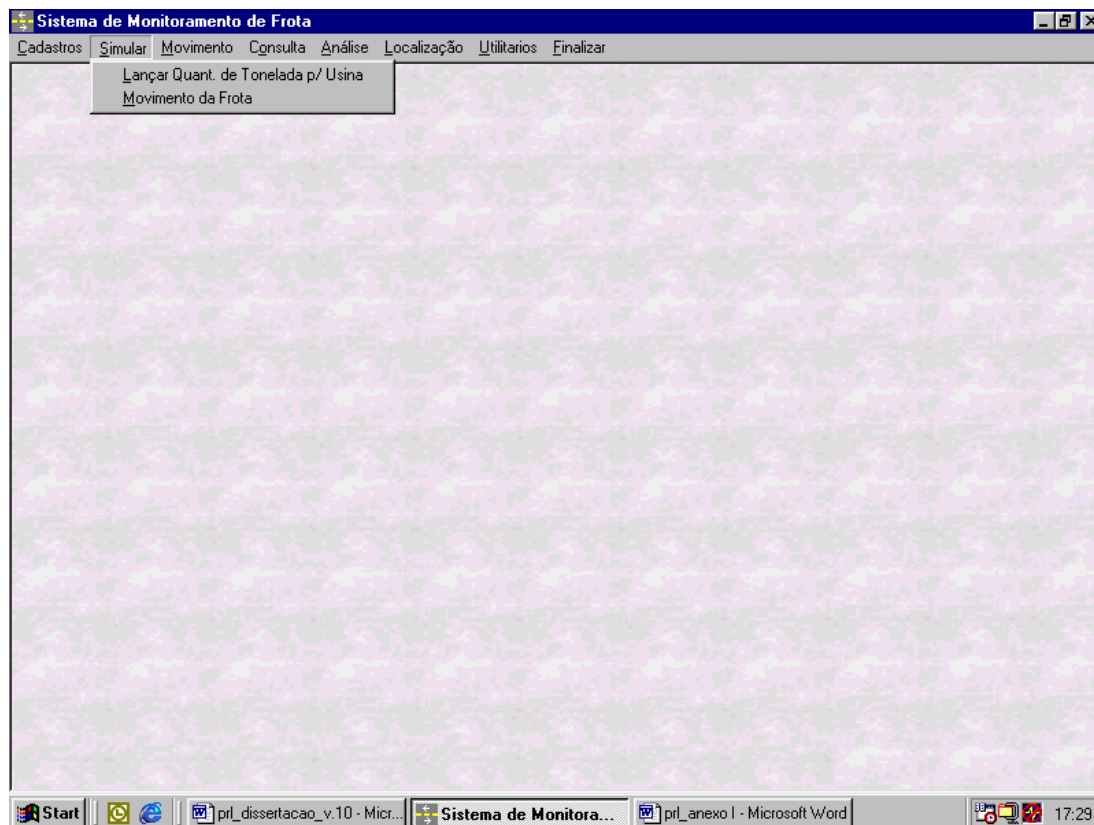


Figura 27 - A função Simular é constituída por duas opções:

- Lançar quantidade de Toneladas para a Usina
- Movimento da Frota

- Tabela de Movimento de Veículos

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
CodFrente	Inteiro Longo	N.º da Fazenda
TempoDemora	Data/Hora	Tempo de Demora de Viagem da Fazenda até a Usina
Trucado	Inteiro Longo	Número de Caminhões Tipo Trucado Trabalhando na Fazenda(Frente)
Julieta	Inteiro Longo	Número de Caminhões Tipo Julieta Trabalhando na Fazenda(Frente)
Treminhão/Rodotrem	Inteiro Longo	Número de Caminhões Tipo Treminhão/Rodotrem Trabalhando na Fazenda(Frente)
Carregadeira	Inteiro Longo	Número de Máquinas Tipo Carregadeira Trabalhando na Fazenda(Frente)
QtdTonelRealizada	Inteiro Longo	Quantidade de Toneladas Realizada dos Veículos nas Frentes
QtdTonel	Inteiro Longo	Quantidade de Toneladas Prevista dos Veículos nas Frentes
QtdCarga	Inteiro Longo	Quantidade de Cargas Prevista

Figura 28 - Esta tabela é utilizada para simular a(s) quantidade(s) e o(s) tipo(s) de veículos que sera(ão) utilizados em uma determinada frente de transporte.

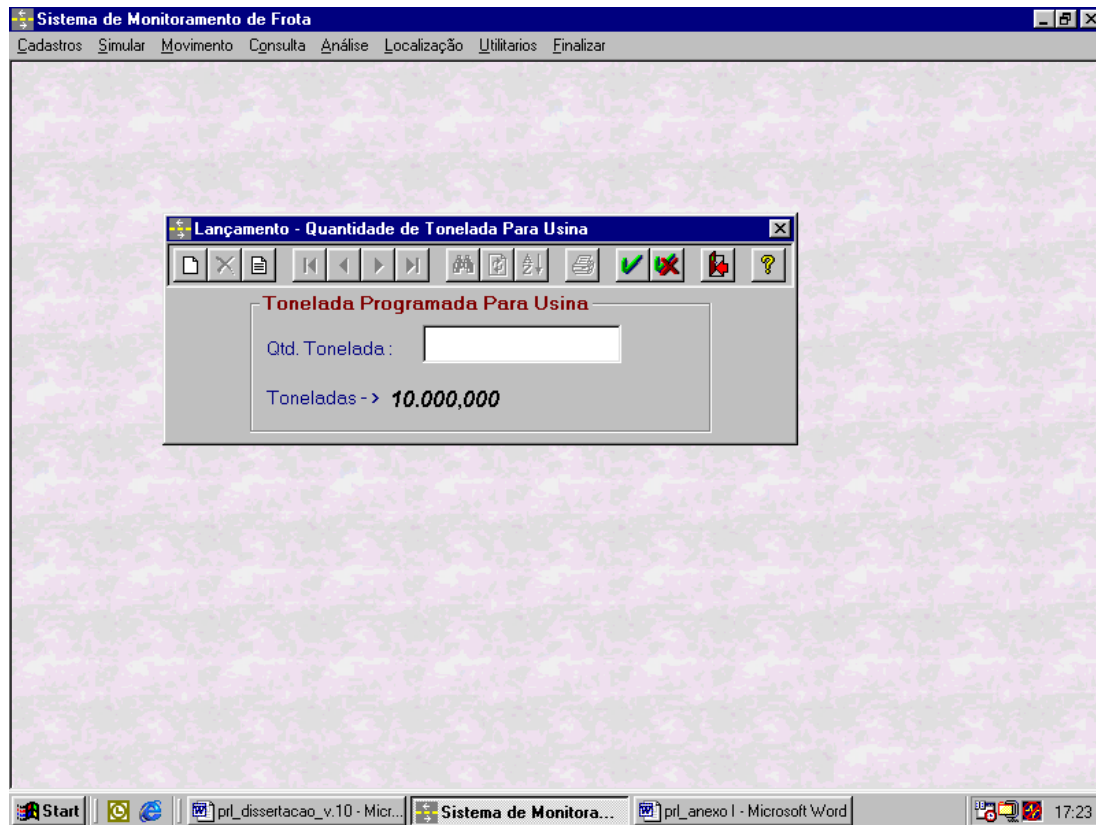


Figura 29: Clicando em Novo Documento (inclusão), abre uma janela de cadastramento de Quantidade de Tonelada para a Usina.

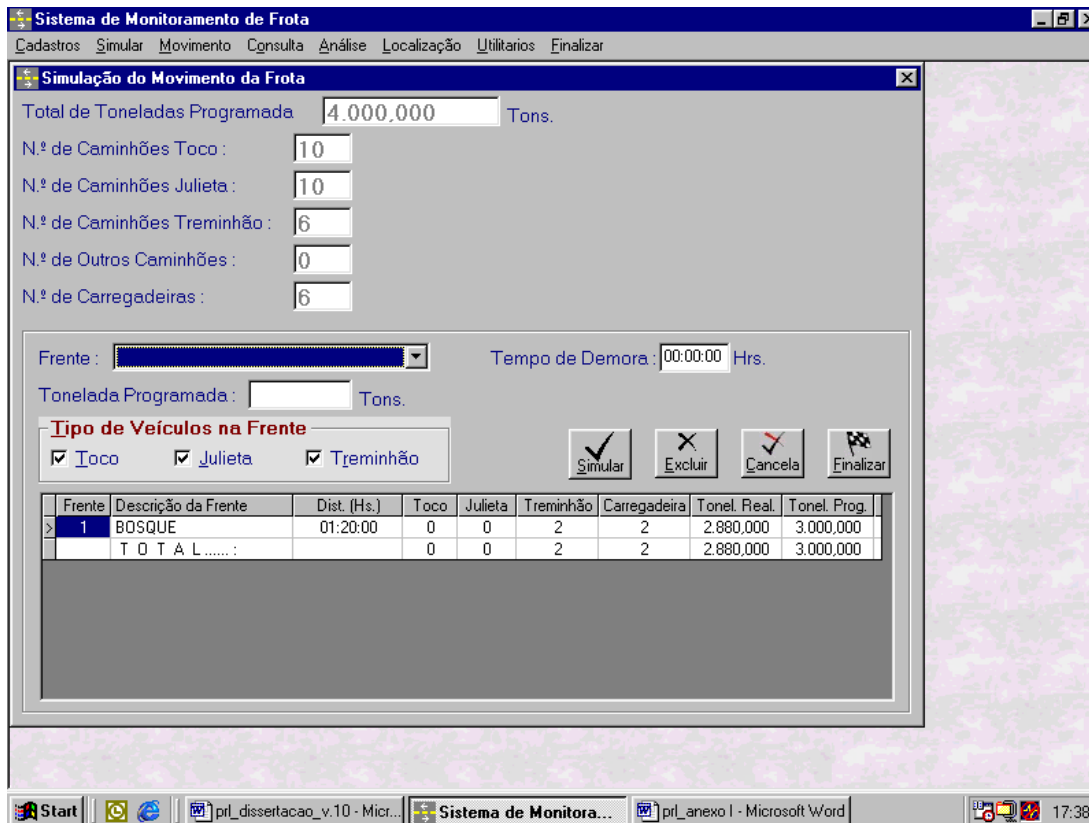


Figura 30: Nesta tela, clicando-se na seta do campo Frente, abre uma janela com a relação das frentes cadastradas e que estão sendo movimentadas. Escolhe-se a frente desejada.

Através da tecla (tabulação) desloca-se para o campo Tempo de Demora, onde informa-se o tempo em horas e minutos (hh:mm:00) utilizado em uma viagem completa. Considera-se por viagem completa o tempo percorrido:

- No trajeto percorrido entre abalança de saída (pesagem de tara) até a frente de corte;
- Na frente de corte, dependendo do veículo, o tempo utilizado no estacionamento e desengate das carretas vazias;
- Carregamento do veículo ou engate das carretas previamente carregadas;
- Trajeto da frente de corte até a balança de entrada (pesagem bruto);

- Retirada da amostra de cana pela sonda para ser analisada e determinar o teor de sacarose (quantidade de açúcar que a cana contém);
- Descarregamento;
- Limpeza do veículo;

- Pesagem na balança de saída (pesagem de tara)

Como desenvolvimento futuro, pode-se nesse campo informar automaticamente o tempo médio gasto por aquele veículo específico para aquele trajeto específico acumulado através de várias safras.

Através da tecla (tabulação) desloca-se para o campo Tonelada Programada ou estimada e informar a quantidade estimada para aquela determinada frente.

Através da tecla (tabulação) desloca-se para o campo Tipo de veículo na Frente. Os três tipos de veículos já estão marcados, mas, se naquela determinada frente um determinado tipo de veículo não tem bom rendimento, desmarca-se o tipo para que ele não entre na simulação. Por exemplo: se a frente está localizada numa distância onde o rendimento do veículo 'trucado' não é satisfatório, desmarca-se o campo pertencente a este tipo de veículo.

A seguir tecla Simular, para que a simulação seja efetuada.

Esta simulação auxilia na distribuição da frota. Nada impede que essa designação seja alterada pelo controlador de tráfego (*dispatcher*).

O resultado aparece no quadro cinza logo abaixo da tecla Simular com os seguintes campos:

- Frente : neste campo aparece o número correspondente a frente;
- Descrição da Frente: neste campo aparece o nome da frente;
- Distancia da Frente em horas;

- Quantidade de veículos a serem utilizados naquela frente (trucado, Julieta, treminhão ou rodotrem, carregadeira);
- Toneladas Realizadas, isto é: com aquela quantidade de veículos dos tipos indicado, serão transportados. O resultado calculado deste campo deve ter um desvio de 10% para maior ou para menor, do valor da Tonelada Programada para aquela frente.

Se a simulação apresentada for satisfatória, para que ela seja efetivada deve-se clicar em Finalizar.

1.4 Movimento

Frente	Descrição da Frente	Dist. (HS.)	Toco	Julieta	Treminhão	Carregadeira	Tonelada Prog.	Tonelada Real.
2	SANTA MARIA	01:20:00	0	0	2	2	2.880,000	3.000,000
T O T A L.....:			0	0	2	2	2.880,000	3.000,000

Figura 31: Nesta tela, clicando-se na tecla Frentes, abre uma janela com o resultado da simulação efetuada. É a mesma janela descrita na figura 23.

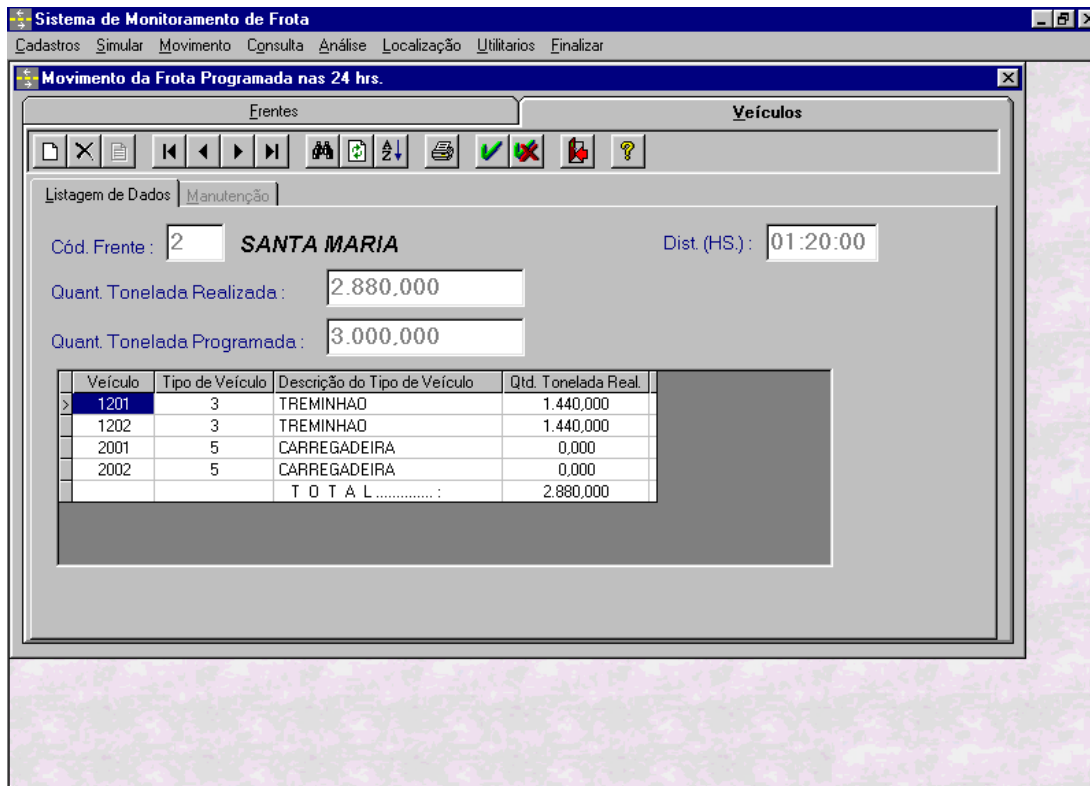


Figura 32: Nesta tela, clicando-se na tecla Veículos, abre uma janela com a relação dos veículos alocados por frente, com os seguintes campos:

- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Tipo de Veículo - apresenta o código do tipo de veículo alocado;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Quantidade de Tonelada Real de cana está programada para ser transportada;
- Total - apresenta o total de cana transportada pelos veículos relacionados naquela determinada frente de corte.

1.5 Consulta

Nesta opção, encontramos:

- Posicionamento dos Veículos - GPS

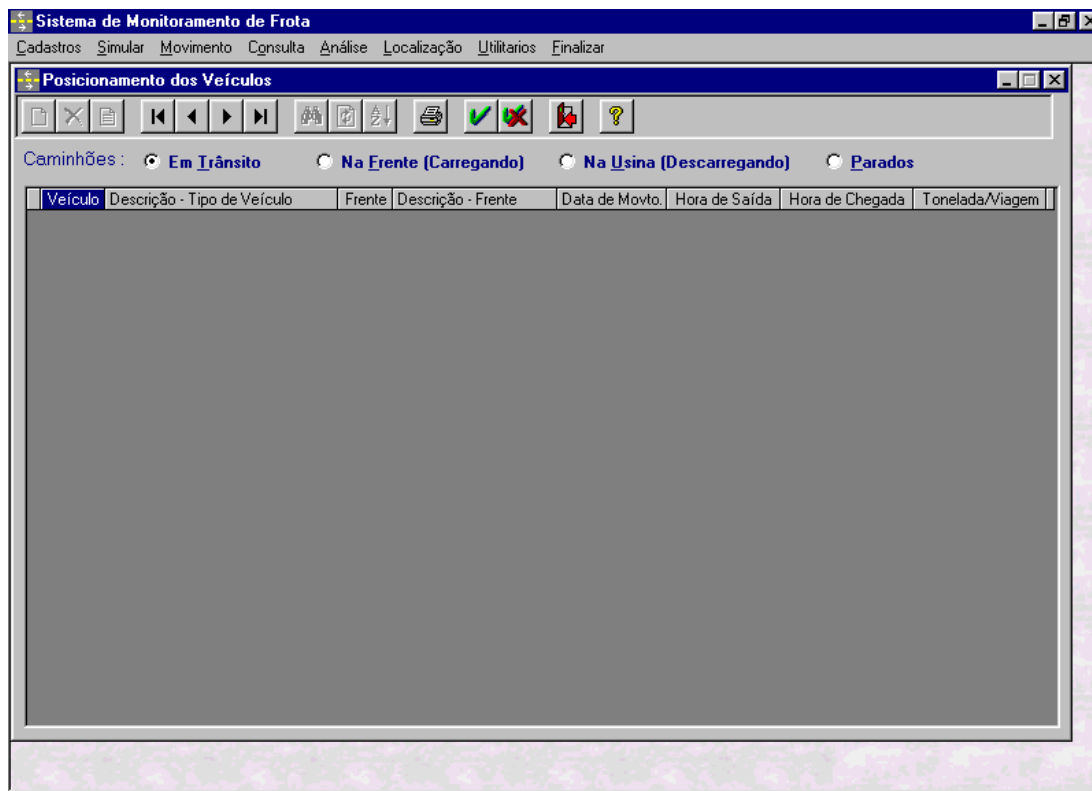


Figura 33: Clicando-se na opção Posicionamento dos Veículos - GPS, abre a janela demonstrada acima com os campos:

- Caminhões em Trânsito - relaciona os veículos que passaram pela balança de saída (pesagem de tara) e que a ela, ainda não retornaram;
- Na Frente (carregando) - relaciona os veículos que estão na frente de corte aguardando o carregamento ou já carregado, aguardando o transporte para a usina;

- Na Usina - relaciona os veículos que já passaram pela balança de entrada (pesagem bruto), e estão no pátio da usina aguardando análise ou descarregamento;
- Parados - relaciona os veículos em boas condições de trabalho, que estão parados no pátio, aguardando serem designados para as frentes de corte

Clicando-se em qualquer desses campos, são relacionados os veículos que se encontrarem naquela situação e os seguintes campos serão apresentados:

- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Frente - apresenta o código da frente alocada;
- Descrição da Frente - apresenta o nome da frente que está sendo transportada; Quantidade de Tonelada Real de cana está programada para ser transportada;
- Data do Movimento - apresenta a data em que a operação está sendo realizada;
- Hora de Saída - apresenta a hora que o veículo passou pela balança de saída (pesagem tara);
- Hora de Chegada - apresenta o resultado da soma da hora de saída com o tempo de duração do transporte;
- Tonelada por Viagem - apresenta a quantidade transportada por viagem. Esta quantidade é a mesma utilizada do cadastro do veículo. Quando o sistema for implementado, esta quantidade será o valor real registrado na balança de entrada (pesagem bruto).

- Veículos Paralisados

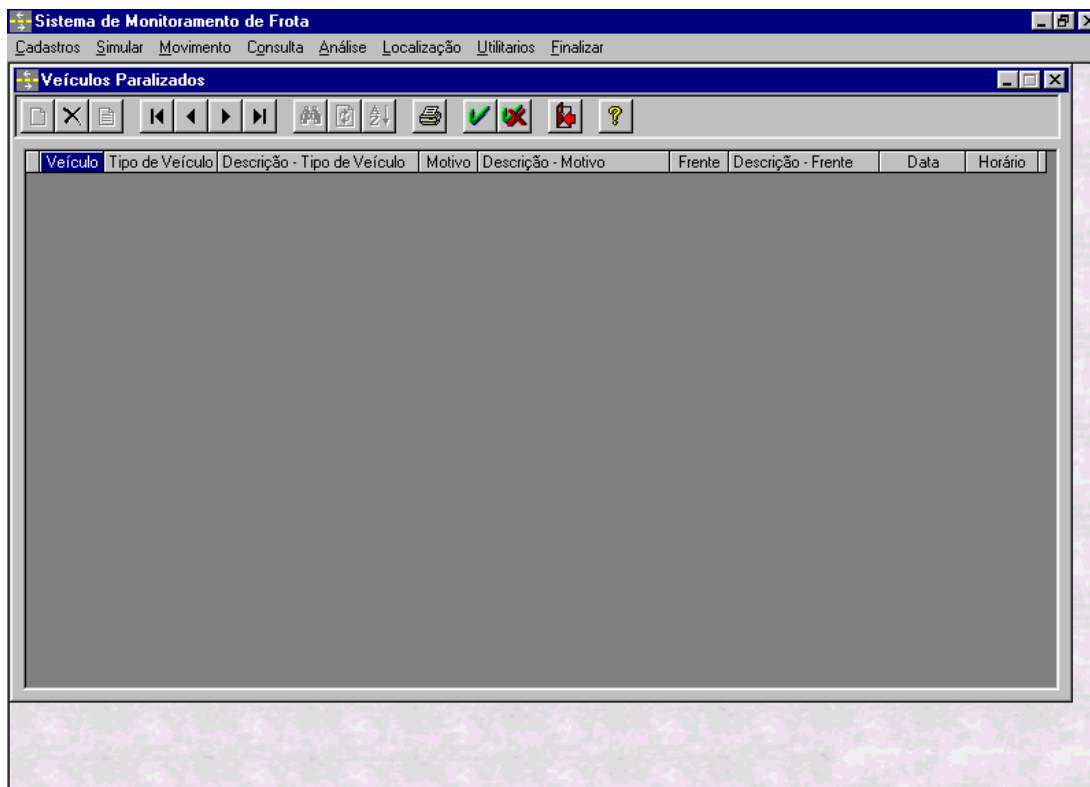


Figura 34: Clicando-se na opção Veículos Paralisados, são relacionados os veículos que se encontram nessa situação e os seguintes campos serão apresentados:

- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Tipo de Veículo;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Motivo - apresenta o motivo pelo qual o veículo não está sendo utilizado;
- Descrição do Motivo - apresenta a descrição do motivo pelo qual o veículo está paralisado;
- Frente - apresenta o código da frente à qual o veículo estava alocado;
- Descrição da Frente - apresenta o nome da frente que está sendo transportada;
- Data - apresenta a data em que o veículo parou;

- Hora - apresenta a hora que o veículo parou.
- Veículos Aguardando Serviço

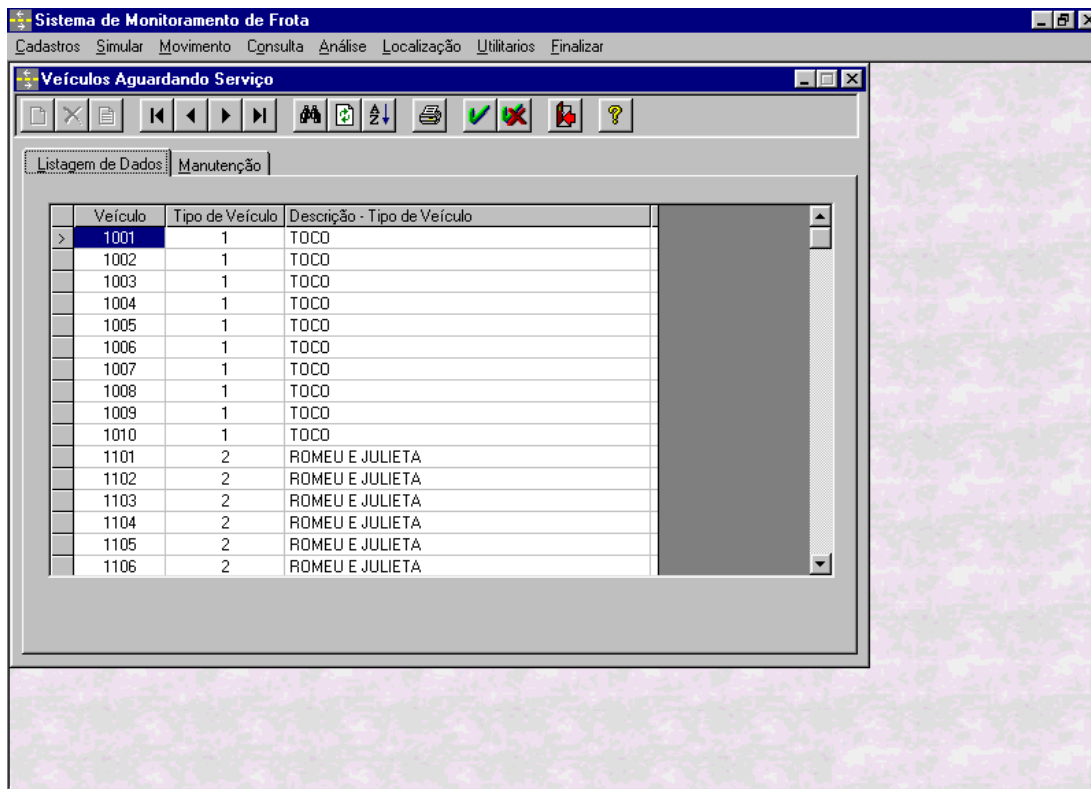


Figura 35: Clicando-se na opção Veículos Aguardando Serviço, são relacionados os veículos que se encontram no pátio aguardando uma nova designação de frente de corte ou outra tarefa que não seja o transporte de cana-de-açúcar e os seguintes campos serão apresentados:

- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Tipo de Veículo;
- Descrição do Tipo de Veículo.

1.6 Análise

Nesta opção, encontramos:

- Veículos Programados

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
NumOrdem	Inteiro Longo	N.º de Ordem de Carregamento
CodVeiculo	Inteiro Longo	N.º da Veículo
CodTipoVeiculo	Inteiro Longo	Código do Tipo do Veículo
DcrTipoVeiculo	Texto	Descrição do Tipo de Veículo
Hora_Inicial	Data/Hora	Hora Inicial Prevista de Turno de Trabalho do Veículo
Hora_InicialReal	Data/Hora	Hora Inicial Real de Turno de Trabalho do Veículo
Hora_Final	Data/Hora	Hora Final Prevista de Turno de Trabalho do Veículo
Hora_FinalReal	Data/Hora	Hora Final Real de Turno de Trabalho do Veículo
CodFrente	Inteiro Longo	N.º da Fazenda
QtdTonel	Duplo	Quantidade Total de Toneldas na Viagem feita pelo Veículo
Data	Data/Hora	Data Inicial Prevista do Turno de Trabalho do Veículo
DataReal	Data/Hora	Data Inicial Real do Turno de Trabalho do Veículo

Figura 36 - Esta tabela é utilizada na análise de veículos programados.

Frente: 2 - SANTA MARIA Tempo de Demora: 01:20:00 Hrs.
 Tonelada Programada: 3.000,000 Tons. Tonelada Realizada: 2.880,000 Tons.

Informações - Número de Veículos Programados

N.º de Caminhões Toco: 0 N.º de Caminhões Treminhão: 2
 N.º de Caminhões Julieta: 0 N.º de Carregadeiras: 2

Veículo	Descrição - Tipo de Veículo	Data de Movto.	Hora de Saída	Hora de Chegada	Tonelada/Viagem
1201	TREMINHAO	13/08/03	18:02:39	19:22:39	60,000
1202	TREMINHAO	13/08/03	18:02:44	19:22:44	60,000
1201	TREMINHAO	13/08/03	19:22:39	20:42:39	60,000
1202	TREMINHAO	13/08/03	19:22:44	20:42:44	60,000
1201	TREMINHAO	13/08/03	20:42:39	21:02:39	60,000
1202	TREMINHAO	13/08/03	20:42:44	21:02:44	60,000
1201	TREMINHAO	13/08/03	21:02:39	22:22:39	60,000
1202	TREMINHAO	13/08/03	21:02:44	22:22:44	60,000
1201	TREMINHAO	13/08/03	22:22:39	23:42:39	60,000
1202	TREMINHAO	13/08/03	22:22:44	23:42:44	60,000
1201	TREMINHAO	14/08/03	23:42:39	00:02:39	60,000
1202	TREMINHAO	14/08/03	23:42:44	00:02:44	60,000
1201	TREMINHAO	14/08/03	00:02:39	01:22:39	60,000

Figura 37: Clicando-se na opção Veículos Programados, são relacionados os veículos e suas respectivas viagens em uma determinada frente de corte e os seguintes campos serão apresentados:

- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Data do Movimento - apresenta a data em que a operação está sendo realizada;
- Hora de Saída - apresenta a hora que o veículo passou pela balança de saída (pesagem tara);
- Hora de Chegada - apresenta o resultado da soma da hora de saída com o tempo de duração do transporte;
- Tonelada por Viagem - apresenta a quantidade transportada por viagem. Esta quantidade é a mesma utilizada do cadastro do veículo. Quando o

sistema for implementado, esta quantidade será o valor real registrado na balança de entrada (pesagem bruto).

- Veículos Automática e Monitorada

Ordem	Veículo	Descrição - Tipo de Veículo	Data de Movto.	Hora de Saída	Hr. Saída Real	Hora de Chegada	Hr. Cheg. Real	Tons./Vi
1	1201	TREMINHAO	13/08/03	18:02:39	18:02:39	19:22:39	19:22:39	60,00
25	1202	TREMINHAO	13/08/03	18:02:44	18:02:44	19:22:44	19:22:44	60,00
2	1201	TREMINHAO	13/08/03	19:22:39	19:22:39	20:42:39	20:42:39	60,00
26	1202	TREMINHAO	13/08/03	19:22:44	19:22:44	20:42:44	20:42:44	60,00
3	1201	TREMINHAO	13/08/03	20:42:39	20:42:39	21:02:39	21:02:39	60,00
27	1202	TREMINHAO	13/08/03	20:42:44	20:42:44	21:02:44	21:02:44	60,00
4	1201	TREMINHAO	13/08/03	21:02:39	21:02:39	22:22:39	22:22:39	60,00
28	1202	TREMINHAO	13/08/03	21:02:44	21:02:44	22:22:44	22:22:44	60,00
5	1201	TREMINHAO	13/08/03	22:22:39	22:22:39	23:42:39	23:42:39	60,00
29	1202	TREMINHAO	13/08/03	22:22:44	22:22:44	23:42:44	23:42:44	60,00
6	1201	TREMINHAO	14/08/03	23:42:39	23:42:39	00:02:39	00:02:39	60,00
30	1202	TREMINHAO	14/08/03	23:42:44	23:42:44	00:02:44	00:02:44	60,00

Figura 38: Clicando-se na opção Veículos Automática ou Monitorada, são relacionados os veículos e suas respectivas viagens em uma determinada frente de corte e os seguintes campos serão apresentados:

- Ordem - corresponde à seqüência da viagem;
- Veículo - apresenta o código do veículo alocado;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Data do Movimento - apresenta a data em que a operação está sendo realizada;

- Hora de Saída e Hora da Saída Real - apresenta a hora que o veículo passou pela balança de saída (pesagem tara);
- Hora de Chegada e Hora de Chegada Real - apresenta o resultado da soma da hora de saída com o tempo de duração do transporte;
- Tonelada por Viagem - apresenta a quantidade transportada por viagem. Esta quantidade é a mesma utilizada do cadastro do veículo. Quando o sistema for implementado, esta quantidade será o valor real registrado na balança de entrada (pesagem bruto).

A diferença da Análise de Veículos Automática e Monitorada é que na Análise Automática quando um veículo for paralisado por algum motivo, um outro veículo o substituirá somente se o operador (*dispatcher*) alterar-lo, ao passo que, na Análise de Veículos Monitorada, a substituição é feita pelo próprio sistema. Estas duas análises foram implementadas, para relacionar a diferença entre os dois sistemas.

- Maquinas Automática e Monitorada

Nome do Campo	Tipo de Dados	Descrição
NumOrdem	Inteiro Longo	N.º de Ordem de Carregamento
CodVeiculo	Inteiro Longo	N.º da Máquina
CodFrente	Inteiro Longo	N.º da Fazenda
DcrTipoVeiculo	Texto	Descrição do Tipo de Veículo
Data	Data/Hora	Data Inicial do Turno de Trabalho da Máquina
Hora	Data/Hora	Hora Inicial do Turno de Trabalho da Máquina
HoraFinal	Data/Hora	Se Máquina for Paralisada, Hora Final de Turno de Trabalho

Figura 39 - Esta tabela é utilizada na análise de máquinas automática e monitorada.

Ordem	Veículo	Frente	Descrição - Tipo de Veículo	Data de Movto.	Hr. Entrada
1	2001	2	CARREGADEIRA	13/08/03	18:02:49
2	2002	2	CARREGADEIRA	13/08/03	18:02:49

Figura 40: Clicando-se na opção Máquinas Automática ou Monitorada, são relacionados ao início do trabalho das máquinas em uma determinada frente de corte e os seguintes campos serão apresentados:

- Ordem - corresponde à seqüência da máquina na frente de corte;

- Veículo - apresenta o código da máquina alocada;
- Frente - apresenta o código da frente à qual o veículo estava alocado;
- Descrição do Tipo de Veículo;
- Data do Movimento - apresenta a data em que o veículo ou máquina iniciou a operação;
- Hora - apresenta a hora que o veículo iniciou a operação.

A diferença da Análise de Máquinas Automática e Monitorada é que na Análise Automática quando uma máquina for paralisada por algum motivo, uma outra máquina a substituirá somente se o operador (*dispatcher*) altera-la, ao passo que, na Análise de Máquinas Monitorada, a substituição é feita pelo próprio sistema. Estas duas análises foram implementadas, para relacionar a diferença entre os dois sistemas.

- Análise Geral de Veículos ou Máquinas

Frente	Descrição - Frente	Dist.(Hrs.)	Tons. Programada	Tons. Real. Monit.	Tons. Real. Autom.
> 2	SANTA MARIA	01:20:00	2.880,000	2.880,000	2.880,000
T O T A L :			2.880,000	2.880,000	2.880,000

Figura 41: Clicando-se na opção Geral, são relacionados os veículos ou máquinas comparando as quantidades transportadas ou carregadas pelo sistema automático ou pelo sistema monitorado e os seguintes campos serão apresentados:

- Frente - apresenta o código da frente que está sendo movimentada;
- Descrição da Frente;
- Distância em Horas - apresenta o tempo consumido em um ciclo de transporte completo, desde a balança de saída (pesagem da tara) até o retorno a ela;
- Tonelada Programada - apresenta a quantidade de tonelada de cana programada para ser entregue por aquela frente de corte;

- Tonelada Real Monitorada - apresenta a quantidade de tonelada de cana entregue quando o sistema substitui automaticamente os veículos ou máquinas;
- Tonelada Real Automática - apresenta a quantidade de tonelada de cana entregue quando a substituição é feita manualmente pelo *dispatcher*.

- Localização



Figura 42: Clicando-se na opção Localização de Veículo, abre uma janela com o campo veículo. Clicando-se no *button* com três pontinhos abre uma janela apresentando uma relação dos veículos cadastrados. Clicando-se sobre o veículo que se deseja saber sua localização, seu código é transferido para o campo veículo e em seguida a sua localização.

ANEXO B
ILUSTRAÇÕES DE PLANEJAMENTO, CORTE E CARREGAMENTO DA
CANA CORTADA MANUALMENTE

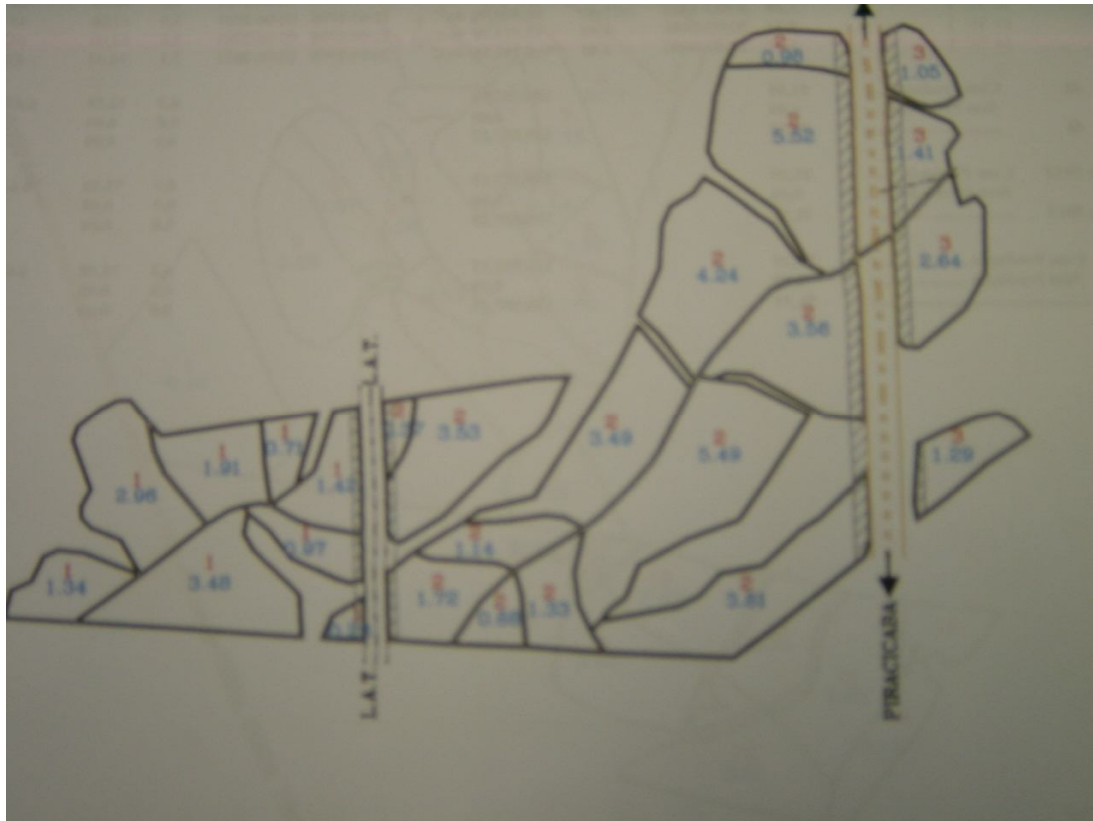


Figura 43: Mapa de uma fazenda com as divisões de zona ou seções e talhões.



Figura 44: Corte de cana manual.

O cortador enfeixa uma touceira de cana com um braço, e com o facão golpeia a cana bem rente ao solo. Enleira (amontoa) a cana na rua central, onde faz o desponte (corta as pontas).

A parte inferior da cana, mais próxima do solo, é onde se concentra a maior quantidade de cristais de açúcar.



Figura 45: Compasso.

Ferramenta utilizada para medir em metro linear a quantidade de cana cortada por um cortador. Normalmente sua abertura é de 2m.



Figura 46: Rodotrem transportando Julietas vazias para a frente de corte. Este tipo de Julieta é apropriada para o transporte da cana inteira.



Figura 47: Cavalão (caminhão sem carroceria ou semireboque).

O cavalo deixa o semireboque e as Julietas vazias no estacionamento da lavoura. Engata um conjunto de semireboque e Julietas cheias e transporta-as até a Usina.



Figura 48: Julietas vazias, no estacionamento da lavoura, aguardando carregamento.



Figura 49: Julieta vazia rebocada para ser carregada.



Figura 50: Rebocador com Julieta, acompanhando carregadeira.



Figura 51: Carregadeira empilhando e colhendo a leira (cana empilhada).



Figura 52: Carregadeira com a GARRA fechada e a leira de cana aprisionada.



Figura 53: Carregadeira colocando a cana apanhada na Julieta.



Figura 54: Rebocador transportando Julieta carregada para o pátio de estacionamento na lavoura.



Figura 55: Julieta é desengatada do reboque no pátio do estacionamento na lavoura.

ANEXO C
ILUSTRAÇÕES DO CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CANA CORTADA
POR COLHEDEIRA MECANIZADA



Figura 56: Julieta para transporte de cana cortada por colhedeira mecanizada (cana picada).



Figura 57: Colhedeira mecanizada (parte frontal).



Figura 58: Rebocador com transbordo acompanhando colhedeira mecanizada (dianteira).



Figura 59: Rebecador com transbordo acompanhando colhedeira mecanizada (traseira).



Figura 60: Rebocador com transbordo cheio.



Figura 61: Rebocador com transbordo posicionado paralelo à Julieta para descarga.



Figura 62: Transbordo descarregando carga na Julieta (I).



Figura 63: Transbordo descarregando carga na Julieta (II).



Figura 64: Transbordo descarregando carga na Julieta (III).



Figura 65: HILLO

Aparelho em forma de 'V' invertido, utilizado na descarga da cana na usina. HILLO é o nome do idealizador desse sistema de descarga.

ANEXO D
Proposta Orçamentária

«Cidade», «Dia» de «Mês» de «Ano».

Proposta «Proposta»
«Empresa»

A.C.: «Att»

«Email»

Fone.: «Fone»
Fax.: «Fax»

**REF.: Proposta Comercial para
fornecimento do Sistema
OmniSAT**

Prezado (a) «Att»

Conforme entendimentos anteriores, pela presente apresentamos nossa proposta para fornecimento de equipamentos e serviços componentes do Sistema OmniSAT, nos termos e condições seguintes:

1- PREÇO DO HARDWARE

1.1- Hardware principal

Item	Produto	QTDE	Preço Unitário em U\$	Total U\$
01	MCT (<i>hardware de transmissão de dados e rastreamento</i>).	01	1.970,00	1.970,00
02	OBC (<i>conjunto composto por: computador de bordo, trava de baú, bloqueio do motor, sirene e sensores de velocidade e ignição</i>).	01	490,00	490,00
-	TOTAL	-	2.460,00	2.460,00

Os preços expressos em dólares serão convertidos para Real na data do faturamento utilizando o dólar comercial de venda do dia anterior ao faturamento.

Importante: - *O OBC (on board computer) é um produto aplicado à segurança do veículo e da carga, opcional, totalmente eletrônico (inteligente) e que torna o veículo telecomandado à distância, inclusive, com atuação programada, do tipo: se acontecer fato “a” execute ação “b”. Ex: bloqueia o motor, trava o baú, aciona a sirene, etc.*

1.2- Hardware acessório opcional exclusivo para carretas

Item	Produto	QTDE	Preço Unitário em U\$	Total U\$
01	SENSOR DE DESENGATE DE CARRETA <i>(dispositivo aplicado à segurança da carreta que identifica e avisa remotamente quando a carreta é desengatada do cavalo).</i>	01	98,00	98,00
02	DISPOSITIVO IMOBILIZADOR DE CARRETA <i>(dispositivo aplicado à segurança da carreta que a imobiliza quando ela for desengatada do cavalo).</i>	01	198,00	198,00
-	TOTAL	-	-	296,00

1.3 – Software, mapas e suporte (gratuitos)

Item	Produto	QTDE	Preço Unitário em U\$	Total U\$
01	SOFTWARE QTRACS BR <i>(com cerca eletrônica, área eletrônica, etc.)</i>	01	0,00	0,00
02	MAPAS DIGITAIS <i>(mapas de todas as rodovias e cidades do Brasil de interesse do cliente).</i>	01	0,00	0,00
03	TREINAMENTO <i>(treinamento dos operadores do software QTRACS BR e dos usuários dos MCTs/motoristas).</i>	01	0,00	0,00
04	SUPORTE TÉCNICO <i>(suporte técnico 24 horas 7 dias por semana, através de central 0800 DDG).</i>	01	0,00	0,00
05	INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS <i>(suporte à integração do software QTRACS BR aos demais sistemas do cliente).</i>	01	0,00	0,00
-	TOTAL	-	-	0,00

2- CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

À vista ou financiamento por leasing pelo Bradesco em até 48 meses. A «Empresa» poderá optar por prazo menor, se achar conveniente. Ex.: 24 ou 36 meses. Poderá, ainda, optar por leasing em quaisquer outros bancos de sua escolha.

As taxas de leasing oscilam em torno de 2,80% e serão negociadas diretamente entre a «Empresa» e o banco, sem interferência da Autotrak. As parcelas podem ser fixas ou variáveis, à escolha da «Empresa».

3- CUSTOS DOS SERVIÇOS DE COMUNICAÇÃO

Conforme tabela anexa. A tabela é reajustada em julho de cada ano pelo IGP-m.

4- IMPOSTOS E FRETE

Todos os impostos e frete estão inclusos no preço.

5- ENTREGA E INSTALAÇÃO

Prazos: Os equipamentos serão entregues e instalados em até 30 dias após o faturamento, condicionada a disponibilidade dos veículos em que serão instalados.

Locais de instalação: Os preços acima incluem instalação padrão a ser realizada nas unidades da AUTOTRAC em Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza e Porto Alegre. Instalação em outras localidades podem ser realizadas mediante consulta prévia e orçamento próprio dos custos.

6- GARANTIA DOS MCTS E SERVIÇOS DE INSTALAÇÕES

01 ano para os equipamentos e 03 meses para os serviços de instalação.

7- ITENS EXCLUSIVOS DO SISTEMA OMNISAT

Rapidez na Transmissão de Dados - A transmissão dos dados (mensagens, comandos e localização) é efetuada em questão de segundos, permitindo eficiência nas operações de Logística e de Segurança. *Se o Sistema for lento todo o resto fica prejudicado;*

- **Confirmação Eletrônica do Recebimento da Mensagem no Destino** – Ao enviar uma mensagem ou mesmo um comando de bloqueio do veículo, o Sistema confirma eletronicamente a chegada no destino;
- **Retransmissão Automática da Mensagem** - O Sistema retransmite automática e gratuitamente a mensagem nos casos em que o veículo, naquele momento, não esteja apto a recebê-la. Ex: passando dentro de um túnel, parado embaixo de uma cobertura metálica, etc.

- **Confirmação de Leitura da Mensagem** - O Sistema permite enviar mensagens com confirmação da leitura, ou seja, quando o destinatário ler a mensagem, retornará à origem, automaticamente, a confirmação da leitura;
- **Mensagens Macro** – as mensagens macros (pré-formatadas) são efetuadas através do software instalado no transportador e transmitidas ao veículo via satélite, podendo ser alteradas pelo usuário a qualquer momento, **sem necessidade de retorno do veículo à base**;
- **Comunicação entre veículos** – um veículo pode se comunicar com outro e o texto fica registrado na base do transportador;
- **Replicação das comunicações** – as comunicações entre o veículo e a base podem ser replicadas total ou parcialmente para os outros pontos. Ex.: para o embarcador, gerenciador de risco, filiais, etc.;
- **Tarifação por caracter** – o usuário que transmite menos caracteres paga menos, ou seja, a mensagem não é cobrada pelo seu valor cheio máximo e, sim, pela quantidade de caracteres transmitidos;
- **Posição (localização do veículo) gratuita** – sempre que se troca uma mensagem com o veículo, como também quando sua ignição é desligada, a base recebe a localização do veículo sem ônus adicional;
- **Acessórios eletrônicos** – além do equipamento principal (MCT), os acessórios de segurança (OBC, travas, etc.) são totalmente eletrônicos, programados remotamente, dotados de inteligência própria e especificados para uso embarcado;
- **O software** – o software foi desenvolvido de forma a possibilitar que toda a operação seja pré-programada (viagem do veículo, intervalo de posições, etc.), possibilitando que o operador possa concentrar a **atuação apenas nas exceções à regra, minimizando falhas, gerando economia no tráfego de dados e viabilizando o gerenciamento de um maior número de veículos por operador**;
- **Auditoria** – o software permite a verificação das operações passadas e presentes, permitindo a análise e auditoria de todas as operações, sem limitação de data em que tenham sido realizadas.

8- VALIDADE DA PROPOSTA

15 (quinze) dias.

Antecipadamente gratos pela oportunidade e à inteira disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Nome.: «Vendedor»

Cargo.: «Cargo»

Fone.: «Telefone»

Tabela/Orçamento de Preços de Serviços(*)

Item	Descrição	R\$
01	Assinatura mensal p/ MCT (1 posição por hora)	49,00
02	Pedido de posição adicional	0,0862
03	Mensagem (texto livre ou pré-formatado/macro)	0,2626
04	Caracter	0,0101
05	Comandos/Alertas do OBC (bloqueio, desbloqueio, etc.)	0,2626
06	Mensagem de grupo - 02 a 49 (por MCT)	0,1576
07	Mensagem de grupo - 50 a 99 (por MCT)	0,1051
08	Mensagem de grupo - acima de 100 (por MCT)	0,0525
09	Definição de grupos (por MCT) – associação de MCTs a grupos	0,4967
10	Macro - criação, alteração ou exclusão (por MCT)	0,4967
11	Transferência de MCT's entre contas (por MCT)	0,4967
12	Mensagem prioritária/emergência	9,90
13	Mensagem de grupo prioritária/emergência – 02 a 49 (por MCT)	5,94
14	Mensagem de grupo prioritária/emergência – 50 a 99 (por MCT)	3,96
15	Mensagem de grupo prioritária/emergência – acima de 100 (por MCT)	1,98
16	Alarme de pânico	12,90
17	Desativação ou reativação de MCT	5,90
18	Taxa de permanência temporária de MCT em conta	1,97
19	Taxa de manutenção semestral do software QTRACS BR (p/ endereço)	890,00
20	Taxa de manutenção semestral de software p/ plataforma AS 400	***
21	Qmass (facilidade de replicar p/ outro local os dados da comunicação c/ o MCT)	***

** Manutenção semestral de software p/ plataforma AS 400 será objeto de orçamento à parte.

*** Custo unitário de 9% sobre o valor de cada item replicado (posição adicional, mensagem, caracter, etc.)

(*) Durante os primeiros 30 dias de comunicação, as **Definições de Grupo** e as **Criações, alterações ou exclusões de macros** serão gratuitas.

(*) Data base para reajuste desta tabela/orçamento - 01/07/01

ESCLARECIMENTOS - **Assinatura mensal** – a tarifa cobre a permanência do MCT habilitado e com posição automática de hora em hora (quando ligado); **Pedido de posição adicional** – localização do MCT (veículo) quando solicitado pelo usuário; **Mensagem** - ao ser enviada uma mensagem, está se transmitindo um pacote de dados compostos pelo texto, confirmação de recebimento e de leitura (esta opcional) e posição (localização do MCT); o custo de transmissão de uma mensagem (pacote de dados retro definido), é composto pelo seu preço (R\$ 0,2626); mais o custo correspondente a cada caracter (R\$ 0,0101); o custo de confirmação de leitura de mensagem (opcional) é de R\$ 0,2626, por mensagem pré-formatada/macro, entende-se uma mensagem composta de texto fixo e campos de conteúdo variável; os caracteres tarifados (cobrados) nas mensagens macros, são somente aqueles correspondentes aos campos variáveis; **Caracter** – qualquer letra, número, símbolos, etc, trafegados em uma mensagem; **Comandos/Alertas do OBC** – envio de comandos ou recebimento de alertas do OBC (acessório de segurança instalado no veículo), tais como: bloqueio ou desbloqueio de motor, travamento ou destravamento de portas do baú, alerta de desengate da carreta não autorizado, acionamento de sirene no veículo, etc; juntamente com cada comando trafega, em média, 25 caracteres que são tarifados adicionalmente; **Mensagem de Grupo** – envio de uma mesma mensagem simultaneamente para um grupo de MCT's (veículos) sem necessidade de transmiti-la individualmente; **Definição de Grupos** – por Definição de Grupo entende-se o cadastramento de um conjunto de MCT's em um mesmo lote, para fins de transmissão de uma mesma mensagem simultaneamente para todo o grupo; **Macro- criação, alteração ou exclusão** – criação, alteração ou exclusão de texto de conteúdo fixo para posterior uso em transmissão de mensagens; **Transferência de MCT's entre contas** – transferência de um MCT (veículo) de uma base de controle (conta) para outra. **Mensagem Prioritária/Emergência** – mensagem com prioridade na transmissão, a qual aciona o pager, bem como o indicador sonoro e luminoso de sua chegada no MCT (veículo) de forma diferenciada e se transmitida no sentido veículo/empresa será seguida de um telefonema da Autotrac ao usuário; **Mensagem de Grupo Prioritária/Emergência** – envio de uma mesma mensagem prioritária/emergência simultaneamente para um grupo de MCT's (veículos) sem necessidade de transmiti-la individualmente; **Alarme de Pânico** – aviso gerado pelo acionamento de um botão de pânico instalado no veículo, seguido de posição (localização) automática do veículo (MCT) de minuto em minuto, acompanhado de um telefonema da Autotrac ao usuário (cliente); **Desativação ou reativação de MCT** – desabilitação ou reabilitação de um MCT; **Taxa de Permanência Temporária de MCT em Conta** – permanência temporária de um MCT (veículo) de uma base de controle (conta) de um contratante (usuário), em outra base de controle (conta) de outro contratante (usuário); **Taxa de Manutenção Semestral do Software QTRACS BR** – a tarifa, cobrada semestralmente por cada endereço físico do usuário (cliente), independentemente do número de cópias de software naquele endereço ou do número de

ANEXO E
TABELA DE PREÇOS

Cotação do dólar US\$ 3,30

Distância da usina em KM	Custo da tonelada de cana p/ KM em US\$
Até 5 km	0,488
De 5,1 até 10	0,639
De 10,1 até 15	0,779
De 15,1 até 20	0,903
De 20,1 até 25	1,042
De 25,1 até 30	1,176
De 30,1 até 35	1,309
De 35,1 até 40	1,442
De 40,1 até 45	1,570
De 45,1 até 50	1,700

Diversos	Custo da tonelada em US\$
Carregadeira	0,258
Reboque	0,364
Corte cana queimada 12 meses	1,115
Corte cana queimada 18 meses	1,170
Corte cana crua 12 meses	1,658
Corte cana crua 18 meses	1,739
Diária	6,470

ANEXO F

1. Sistema GPS versus Radiofrequência

Segundo opinião de especialista em radiofrequência, a implementação do monitoramento por GPS é mais fácil e menos oneroso que por radiofrequência.

No sistema GPS o equipamento necessário é eletrônico, pequeno e de fácil instalação (antena e computador de bordo). A interface entre os diversos equipamentos é controlada por *software*.

O equipamento (antena e computador de bordo) é instalado nos caminhões, carregadeiras, rebocadores e rebocadores de transbordo. O computador controlador do sistema, onde está instalado o *software*, permanece fixo na balança de saída (pesagem de tara) da usina.

Na saída do caminhão para a frente de carregamento, o balanceiro digita o código do caminhão e da(s) Julieta(s). A frente de carregamento é determinada pelo próprio sistema, portanto não necessita ser digitada.

Ao chegar na frente de carregamento, o motorista digita no computador de bordo o código da(s) Julieta(s) previamente carregada(s) que estão sendo engatada(s) para serem transportadas para a usina. O sistema automaticamente deixa a(s) Julieta(s) vazia(s) em processo de espera.

Quando a Julieta for carregada, o operador da carregadeira ou do transbordo, digita código da Julieta e o status em que ela se encontra (carregada e aguardando transporte para a usina).

Os veículos em transito também são monitorados pelo sistema.

A qualquer momento, o sistema tem a localização e o status da frota (carregado, vazio, quebrado, aguardando oficina, aguardando abastecimento, etc.,)

No sistema por Radiofrequência, vários equipamentos de pequeno, médio e grande porte, tais como antena de transponder, baterias estacionárias para manter o transmissor de radiofrequência e antena com um mínimo de três metros de altura para transmissão da rádio frequência e de difícil instalação devem ser considerados.

Nos caminhões e juletas são fixados nas carrocerias, pequenos aparelhos denominados transponder, que é uma caixa pequena, do tamanho de dez centímetros de largura, por dez de comprimento, por dez de altura, que contém dentro de si um chip. Cada um pode conter diversas informações. Estas informações podem ser lidas e gravadas por uma antena de radiofrequência apropriada.

Nas carregadeiras, rebocadores e rebocadores de transbordo estão instaladas antenas e transmissores que efetuam a gravação de diversos itens relativos àquele carregamento.

Na saída do caminhão para a frente de carregamento, o balanceiro digita o código do caminhão e da(s) Julieta(s). A frente de carregamento é determinada pelo controlador de tráfego e não pelo sistema, portanto necessita ser digitada.

Quando a Julieta for carregada, o operador da carregadeira transfere através da antena de radiofrequência, diversas informações relativas àquele carregamento para o transponder da Julieta.

Portanto neste sistema de transmissão por radiofrequência, o sistema apenas presume o posicionamento global dos veículos e seu status (carregado, vazio, quebrado, aguardando oficina, aguardando abastecimento, etc.) é desconhecido pelo sistema.

Para se determinar o posicionamento do veículo durante o trajeto da usina à frente de carregamento e depois até a usina novamente, necessário se torna determinar os locais onde se deseja determinar como ponto de checagem, e então instalar uma plataforma plana de cimento ou asfalto para a passagem dos veículos; instalar uma antena para recepção do sinal do transponder; montar uma base com parafusos onde possa instalar uma antena de radiofrequência com no mínimo três metros de altura (altura média do canal) com local para aterramento de para-raio; base para instalação de uma bateria de veículos (carga mínima para vinte e quatro horas) para fornecer energia para o transmissor propriamente dito.