UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIANO KUCZYNSKI

RENATO CELSO MOREIRA FILHO

WAGNER LUIZ CANCELA

CARGA ÓTIMA

CURITIBA

2014

JULIANO KUCZYNSKI

RENATO CELSO MOREIRA FILHO

WAGNER LUIZ CANCELA

CARGA ÓTIMA

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção de grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Tadeu Raittz

Co-Orientadora: Profª Drª Jeroniza Nunes Marchaukoski

CURITIBA

2014

AGRADECIMENTOS

A Equipe do projeto Carga Ótima agradece a nossas famílias pelo apoio, a todos os colegas de curso, assim como aos professores, que nos fizeram crescer como pessoas e profissionais, não só durante o desenvolvimento do TCC, mas por toda a jornada em que estivemos juntos.

Aos mestres Roberto e Jeroniza, nosso profundo agradecimento pela companhia, orientações e pelo conhecimento construído em conjunto.

Ao Waldo e MTM Sistemas, grande gratidão pelo tempo e vitais informações, que inclusive nos fizeram melhorar o tema deste trabalho.

RESUMO

O Sistema Carga Ótima foi desenvolvido com os objetivos principais de otimizar o processo de alocação de cargas das transportadoras em seus veículos de entrega, consequentemente, reduzindo os custos operacionais das viagens e aumentando o lucro.

O software busca registrar e manter os registros de viagens e respectivas cargas transportadas. Desta maneira, pode-se reduzir o índice de erros nas distribuições das cargas alocadas nos veículos, além de otimizar o tempo de planejamento e reduzir o percentual vazio dos veículos que realizam as viagens.

Com o uso de Algoritmos Genéticos, a aplicação simplifica a tarefa de preencher virtualmente os veículos com as combinações mais adequadas de cargas. Estas, provenientes de dados de Notas Fiscais Eletrônicas importadas para o Sistema. A alocação dos carregamentos é tarefa que demanda muito tempo quando realizada manualmente e, mesmo assim, atingiria resultados menos satisfatórios se comparada ao sistema computacional proposto. Por fim, o software verifica as soluções de alocação dentro dos limites de volume e peso permitidos no Brasil.

Palavras-chave: otimização, transporte, carga, transportadora, volume, peso, caminhão, algoritmo genético, palete.

ABSTRACT

The Carga Ótima System was developed with the main goal to optimizing the processing of allocation of cargo carriers companies on their delivery vehicles, thus reducing the operating costs of travel and increasing profit goals.

The software stands for registering and maintaining records of their trips and transported loads. Hence, one can reduce the error rate in the distribution of loads allocated to vehicles, and optimize planning time and reduce the percentage of empty vehicles that perform the travel.

With the use of Genetic Algorithms, the application simplifies the task of virtually complete vehicles with more suitable combinations of load. These, data from Electronic Invoices imported into the system. The allocation of loads that task is very time consuming when performed manually, and even then, would reach less than satisfactory results when compared to the computational system proposed. Finally, the software checks the allocation solutions within the limits of bulk and weight allowed in Brazil.

Keywords: optimization, transportation, cargo, carrier, volume, weight, truck, genetic algorithm, pallet.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ranking das maiores transportadoras rodoviárias 2010 18
Figura 2 - Tipos de caminhões 22
Figura 3 - Variados tipos e modelos de pallets..... 23
Figura 4 - Pallets de madeira 24
Figura 5 – Pallets e caixas de plástico 24
Figura 6 - Pallet de plástico 24
Figura 7 - Pallet de plástico, ecologicamente correto 24
Figura 8 - Modelo cascata de desenvolvimento de projetos 28
Figura 9 - Processos de desenvolvimento: Incremental x Iterativo (cascata)... 29
Figura 10 - Modelo incremental (1) 30
Figura 11 - Modelo incremental (2) 30
Figura 12 - WBS do projeto Carga Ótima..... 32
Figura 13 - Diagrama de Gantt..... 33
Figura 14- Diagrama de Casos de Uso 41
Figura 15 - Diagrama de Classes..... 42
Figura 16 - Modelo conceitual do BD 43
Figura 17 - Modelo lógico do BD 43
Figura 18 - Testes do AG no MatLab 46
Figura 19 - Edição dos parâmetros de Gerações e População 47
Figura 20 - Tela de Login (protótipo) 50
Figura 21 - Cadastro de usuário (protótipo) 51
Figura 22 - Tipo de Palete 51
Figura 23 – Modelo de Produto (protótipo)..... 52
Figura 24 - Modelo de Veículo (protótipo) 52
Figura 25 - Organizar Carga..... 54
Figura 26 - Paletizar carga 55
Figura 27 - Diagrama de Sequência - Importar Nota Fiscal 87
Figura 28 - Diagrama de Sequência - Organizar Carga 87
Figura 29 - Diagrama de Sequência - Organizar Paletes..... 88
Figura 30 - Diagrama de Sequência - Otimizar Carga 88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de modelos de veículos de carga 19
Tabela 2 - Macro-atividades 32
Tabela 3 - Plano de Comunicação do Projeto 35
Tabela 4 - Ferramentas utilizadas no projeto 39
Tabela 5 - Tempo (microssegundos): Mutação x Elite Selecionada..... 46
Tabela 6 - Resultados dos testes de Geração x População..... 48
Tabela 7 - Matriz de Riscos do Projeto 97
Tabela 8 - Classificação completa de Veículos de Carga 98

LISTA DE SIGLAS

AG - Algoritmo Genético

BD - Banco de Dados

CRUD - Create, Read, Update, Delete

EAN - European Article Number (código de barras)

EAP - Estrutura Analítica do Processo

IA - Inteligência Artificial

MF - Ministério da Fazenda

MVC - Model-view-controller (Modelo de visão-controlador)

NF-e - Nota Fiscal Eletrônica

PHP - Acrônimo recursivo para PHP: Hypertext Preprocessor

PMI - Project Management Institute

RUP - Rational Unified Process

TADS - Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

TCC - Trabalho de Conclusão de Curso

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UML - Unified Modeling Language (Linguagem Unificada de Modelagem)

WBS - Work Breakdown Structure (Estrutura Analítica de Projetos)

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS 3
RESUMO..... 4
ABSTRACT 5
LISTA DE FIGURAS 6
LISTA DE TABELAS 7
LISTA DE SIGLAS 8
1. INTRODUÇÃO..... 12
1.1. Contextualização..... 13
1.2. Justificativa..... 14
1.3. Objetivos Principais..... 15
1.4. Objetivos Específicos..... 15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17
2.1. O Transporte de Cargas no Brasil..... 17
2.2. Empresas Transportadoras..... 18
2.3. Softwares operacionais para Transportadoras..... 18
2.4. Classificação dos Veículos de Carga por sua capacidade..... 19
2.4.1. Tipos de caminhões..... 20
2.5. Pallets / Paletes / Páletes..... 22
2.6. Nota Fiscal Eletrônica 25
2.7. Algoritmos Genéticos 25
2.8. Metodologia: entrevista por pautas 26
3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE..... 28
3.1. Modelo de Engenharia de Software 28
3.1.1. Modelo Incremental 29
3.1.2. RUP (Rational Unified Process)..... 30
3.2. Plano de Atividades..... 31
3.2.1. WBS (Work Breakdown Structure) / EAP (Estrutura Analítica do Projeto) 31
3.3. Responsabilidades..... 32
3.4. Diagrama de Gantt e Cronograma de Atividades..... 33
3.5. Plano de riscos..... 34

3.6. Plano de comunicação 35
3.6.1. Contatos da equipe de projeto 35
3.6.2. Reuniões e e-mails 36
3.6.3. Demais tipos de comunicação 36
3.7. Ferramentas de trabalho 37
3.7.1. Repositório e compartilhamento de arquivos 37
3.7.2. Hardware 38
3.7.3. Software e websites 38
4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO 40
4.1. Metodologia 41
4.2. Documentação 41
4.3. Banco de Dados do Sistema 42
4.3.1. Modelo Conceitual 43
4.3.2. Modelo lógico 43
4.3.3. Modelo físico 44
4.4. Implementação 44
4.5. Testes dos Algoritmos Genéticos 45
4.5.1. Mutações versus Elite selecionada 45
4.5.2. Gerações versus População 46
5. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE 49
5.1. Instalação e configuração 49
5.2. Acesso 50
5.3. Cadastros, buscas e edições (CRUD) 50
5.4. Uso de rotina do Sistema 52
5.4.1. Importação de Nota Fiscal 53
5.4.2. Organizar da carga 54
5.4.3. Paletizar 54
5.4.4. Otimizar carga 56
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 58
REFERÊNCIAS 60
APÊNDICES 64
Apêndice A – Especificação dos Casos de Uso 64
Apêndice B – Diagramas de Sequência 87

Apêndice C – Modelo Físico do Banco de Dados 89
Apêndice D – Matriz de Riscos do Projeto 97
ANEXOS 98

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com a abertura das fronteiras entre os mercados, o gradativo crescimento da população mundial, bem como o crescente consumo *per capita*, aumenta também – em paralelo à demanda - a necessidade de otimização dos transportes em geral.

Desta forma, é ampliada a busca por agilidade e uso de métodos e ferramentas que auxiliem em toda a cadeia de transportes, desde o planejamento das cargas, até a entrega das mesmas, assim como a manutenção e análise dos dados de entrega pós-entrega. Todas as etapas do fluxo são importantes no processo como um todo, e a melhoria de cada uma delas faz com que as demais formem um ciclo virtuoso.

Durante as definições iniciais deste trabalho, a equipe coletou informações e impressões passadas por um potencial cliente do ramo (o Sr. Waldomiro Dall'Agnol). Waldomiro, além de ter trabalhado em variadas empresas e nichos do ramo de transportes, é atualmente (em 2014) diretor técnico da MTM Sistemas, empresa que desenvolve softwares para transportadoras. Com vasta experiência na área de transportes e logística, Dall'Agnol cliente trouxe grandes contribuições a este trabalho acadêmico.

Em posse das informações do Diretor da MTM Sistemas, definiu-se um novo rumo, diferente daquele primeiro imaginado: de início, a ideia seria desenvolver um sistema de otimização de rotas para transportadores. Porém, analisando vários softwares da área já consolidados no mercado, observou-se que quase todos possuem as mesmas características. Definiu-se, então, por criar um sistema com características diferenciadas, que também possuísse real utilidade à clientela, bem como com reais possibilidades de aceitação pelas transportadoras.

Assim, o Sistema Carga Ótima atuará no planejamento dos carregamentos, a partir da interface de recebimento de Notas Fiscais Eletrônicas, passando pela manutenção e segurança dos dados, distribuindo de forma otimizada a cargas nos veículos de transporte. Implicará em

informações confiáveis, para análises posteriores e melhoria dos processos das empresas usuárias do software.

O software dará aos usuários - através de Algoritmos - a alocação das respectivas mercadorias das Notas Fiscais selecionadas dentro dos veículos de carga, com o menor desperdício calculado. Este é o cerne do sistema, que transforma tarefas de alta complexidade manual e computacional em alguns cliques para os usuários. Reduz trabalho, além de torná-lo mais eficiente e diminuir os custos dos serviços oferecidos.

1.1. Contextualização

O software Carga Ótima baseia-se no modal de transporte que, segundo DNIT (2014), é o mais representativo do Brasil: o transporte rodoviário. Este, por sua vez, "como possui, na maioria dos casos, preço de frete superior ao hidroviário e ferroviário, é adequado para o transporte de mercadorias de alto valor ou perecíveis, produtos acabados ou semi-acabados".

A estrutura de muitas empresas transportadoras ainda acompanha o patamar de tecnologia empregado na malha viária brasileira, ou seja, ainda é tecnologicamente pobre e defasada. Deste modo, esta é uma oportunidade de negócio e de melhoria ainda pouco explorada, tanto pelos fornecedores tecnológicos, como pelos clientes destes serviços. Ou seja, softwares, hardwares e serviços que auxiliem na melhoria do transporte rodoviário brasileiro têm o mercado nacional bastante promissor e com grande possibilidade de crescimento rápido. Esta é a visão compartilhada por BARROS (2012), que, no ano da publicação, já citava o crescimento do mercado de software brasileiro para 400% em dez anos.

1.2. Justificativa

Visto que no Brasil é utilizado um dos modelos mais onerosos de locomoção para longas distâncias, o objeto deste trabalho (Sistema Carga Ótima) é ainda mais importante como ferramenta para redução de custos de seus clientes.

O software acompanha a crescente demanda por aplicações que utilizem interfaces para importação de Nota Fiscal Eletrônica. A obrigatoriedade da NF-e "contribui (...) para o segmento de Tecnologia da Informação" (MOYSES, 2011). Portanto, as empresas que desenvolverem primeiro os sistemas com este tipo de integração, ficarão um passo à frente das respectivas concorrentes.

> Além da conformidade com as exigências da Receita Federal, adotar a solução NF-e traz uma série de benefícios. O gerenciamento das informações passa a ser feito por meio de um portal de administração e a emissão do DANFE é controlada por meio de um painel de gerenciamento local. Isso proporciona enorme flexibilidade no envio de dados eletrônicos para agentes governamentais, fornecedores, clientes e outros parceiros de negócios envolvidos (MOYSES, 2011).

Um dos motivos principais que justificam o desenvolvimento do Sistema Carga Ótima é a necessidade de sistemas similares e a falta de concorrentes no mercado. Ou seja, o software tem grande possibilidade de ocupar um nicho de mercado ainda inexplorado. Em vasta consulta, a equipe deste trabalho não encontrou softwares similares à funcionalidade principal do sistema: um algoritmo robusto para a distribuição das cargas nos veículos da empresa. Segundo o portal INTERLOG (2012), "vários fatores têm contribuído para uma maior valorização e "protagonismo" do setor de carga fracionada no Brasil e no mundo", objeto de estudo deste trabalho.

1.3. Objetivos Principais

Os objetivos principais do Sistema Carga Ótima são:

- otimizar e registrar o trabalho de distribuição de cargas nos veículos de transporte;

- explorar nichos de mercado (da realidade brasileira), do ramo de transportes;

- reduzir custos direta e indiretamente para os clientes que utilizem o sistema.

1.4. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, o Sistema Carga Ótima busca e/ou fornece:

- aproveitar oportunidades de implantação de sistemas de NF-e, inclusive para outros ramos de atividade;

- sedimentar-se em nichos específicos de mercado de transportadoras;

- reduzir o tempo de planejamento das cargas e, consequentemente, de armazenamento de estoque;

- reduzir o tempo entre a compra dos produtos e a sua viagem, diminuindo também as possibilidades de deterioração das cargas, aumentando, inclusive, a capacidade negocial das empresas clientes do software;

- manutenção de dados confiáveis das operações das empresas contratantes;

- fornecer informações relevantes, em tempo, para análises;

- ser um sistema de uso simples e atrativo aos prospects, para fácil inserção no mercado;

- solução simples aos usuários do sistema, para problemas de alta complexidade (através de Algoritmos Genéticos);

- possibilidade de parcerias comerciais para complemento de softwares de variados ramos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os assuntos importantes relacionados ao trabalho, além de trazer a conceituação geral utilizada no mesmo.

2.1. O Transporte de Cargas no Brasil

O transporte de cargas brasileiro tem como principal limitante a malha viária nacional. Pela falta de ferrovias, além dos baixos investimentos em estruturas portuárias, sobra a opção mais cara, porém, mais viável atualmente: transporte pelo modo rodoviário.

O parágrafo acima confirma a ótica de NOVAES (2007), em que:

> "(...) fica difícil utilizar todas as opções modais, por diversos motivos: as ferrovias não formam uma rede com boa cobertura no território nacional; o transporte marítimo também possui pouca amplitude; o transporte aéreo presta-se mais para transporte de passageiros, apesar de estar sendo procurado para transporte de carga internacional, com tendência ao crescimento, devido à globalização. Apesar disso, é o modal mais expressivo no território brasileiro".

Compartilhando a visão de VARGAS (2008), o uso combinado dos variados tipos de modais barateia os custos de transporte. Contudo, pelos motivos já explicitados anteriormente, há vários fatores limitantes para aplicação desta combinação no Brasil, fato que implica na necessidade de outras maneiras de redução de valores e otimização de custos das viagens realizadas. Um deles é o uso de softwares que otimizem o modelo negocial das transportadoras rodoviárias.

2.2. Empresas Transportadoras

Segundo dados do GUIA DO TRANSPORTADOR (2010), há transportadoras rodoviárias no Brasil com receita operacional acima de um bilhão de reais, fato que mostra o tamanho do ramo no país de dimensões continentais.

Ainda assim, pode-se notar na **Figura 1**, do GUIA DO TRANSPORTADOR (2010) que algumas delas operam em déficit. Daí uma oportunidade de otimização dos serviços.

Nº	EMPRESA	UF	Receita Op. Líq. (R$ mil)	Patrim. Líquido (R$ mil)	Lucro Operac. (R$ mil)	Lucro Líquido (R$ mil)	Liquidez Corrente	Endiv. Geral (%)	Rentab. Receita (%)	Rentab. P. Líq. (%)	Produt. Capital	Cresc. Receita (%)
1	JULIO SIMÕES Logística S.A.	SP	1.327.887	355.354	99.471	62.949	0,63	80,72	4,74	17,71	0,72	-5,22
2	TEGMA Gestão Logística S.A.	SP	763.935	339.862	105.265	76.480	1,35	34,27	10,01	22,50	1,48	8,39
3	SADA Transportes e Armazenagens S.A.	SP	660.395	119.636	23.080	15.660	1,36	49,91	2,37	13,09	2,77	12,86
4	Rapidão COMETA	PE	639.416	175.614	7.793	13.105	2,23	42,83	2,05	7,46	2,08	1,54
5	Rodoviário RAMOS Ltda.	MG	372.513	18.463	8.075	8.075	1,24	77,54	2,17	43,74	4,53	5,47
6	Empresa de Transportes ATLAS Ltda.	SP	322.424	42.922	13.002	4.531	1,92	53,29	1,41	10,56	3,51	-12,75
7	OURO VERDE Transporte e Locação Ltda.	PR	321.659	100.117	5.454	3.733	3,23	48,32	1,16	3,73	0,55	22,96
8	COOPERCARGA Cooper. Transp. Cargas de S.C.	SC	290.341	9.856	1.109	1.096	1,21	83,14	0,38	11,12	4,97	-15,56
9	Rodoviário SCHIO Ltda.	SP	258.528	57.681	-992	52	0,96	77,59	0,02	0,09	1,00	14,21
10	Transportes DELLA VOLPE S.A.	SP	249.200	22.814	-9.730	-4.265	1,76	84,85	-1,71	-18,69	1,65	-3,92
11	Expresso NEPOMUCENO Ltda.	MG	227.505	26.626	-2.990	-1.097	1,03	69,27	-0,48	-4,12	2,63	1,68
12	TROPICAL Transportes Ipiranga Ltda.	SP	198.484	18.306	7.310	4.799	1,24	68,52	2,42	26,22	3,41	-
13	TORA Transportes Industriais Ltda.	MG	171.779	44.531	13.664	13.583	3,11	62,29	7,91	30,50	1,45	-14,20
14	Expresso JUNDIAÍ Logística e Transporte Ltda.	SP	153.961	32.274	11.114	7.804	1,62	38,92	5,07	24,18	2,91	5,01
15	RÁPIDO 900 de Transportes Rodoviários Ltda	SP	144.168	23.039	822	1.493	2,80	45,64	1,04	6,48	3,40	10,16
16	Transportadora AMERICANA Ltda.	SP	143.306	35.735	-3.389	63	1,08	51,34	0,04	0,18	1,95	0,61
17	USAFLEX - Indústria e Comércio S.A.	RS	139.806	22.075	14.947	11.807	1,54	75,89	8,45	53,49	1,53	23,75
18	Transportadora BRASIL CENTRAL Ltda	GO	133.419	3.360	290	518	1,30	83,95	0,39	15,42	6,37	26,92
19	Rodrimar S.A. Transportes, Equip., Ind. e Arm.	SP	123.155	42.446	3.635	4.285	0,90	57,79	3,48	10,10	1,22	-15,35
20	COOTRAVALE Coop. Transportadores do Vale	SC	114.404	8.452	2.278	1.936	1,28	55,10	1,69	22,91	6,08	11,51

Figura 1 - Ranking das maiores transportadoras rodoviárias 2010

2.3. Softwares operacionais para Transportadoras

Ao pesquisar sobre os softwares atuais que as empresas brasileiras de transporte rodoviário utilizam, pode-se constatar que a grande maioria deles possui as mesmas características: cadastro de clientes, contas a pagar, contas

a receber, importação de NF-e, rotas e, em alguns casos, acompanhamento de status.

Esta análise foi realizada com base nos seguintes softwares: GerTrans (ZIBORDI SISTEMAS, 2014); Transportadora 5 Pro (RENASOFT, 2014); Software Transportadora (E-PRATICO, 2014); Controle de Transportadoras (BSOFT, 2014). Todas as informações dos mesmos foram verificadas nos respectivos sites das empresas desenvolvedoras.

2.4. Classificação dos Veículos de Carga por sua capacidade

Segundo o GUIA DO TRANSPORTADOR (2014), as capacidades de carga dos veículos rodoviários são as mais variadas, dependendo do tipo de veículo utilizado e dos eixos disponíveis.

A **Tabela 8** (em ANEXO), adaptada do Guia do Transportador (2014), mostra a classificação dos veículos de carga e respectivas capacidades. Nota-se que há inúmeros modelos, com variadas capacidades de carga. Estes mesmos modelos podem ter as capacidades alteradas se, por exemplo, utilizarem reboques (e por isso estas regras não serão abordadas neste trabalho).

A **Tabela 1** exibe o resumo do número de modelos de veículos de carga utilizados no Brasil.

Veículo	Quantidade de modelos
Caminhão leve	13
Caminhão médio	13
Caminhão pesado	69
Caminhão semi-leve	13
Caminhão semi-pesado	37
Total geral	**145**

Tabela 1 - Quantidade de modelos de veículos de carga

2.4.1. Tipos de caminhões

Ainda que este trabalho não utilize os tipos de caminhões, esta informação é importante para futuras melhorias no Sistema. Outro ponto que é de importante relevância para justificar a não utilização desta classificação, é o seguinte: como um mesmo caminhão pode enquadrar-se em tipos diferentes, caso modifique sua carroceria e reboques, estas características seriam muito onerosas a este trabalho. Esta alteração acabaria limitando o aprofundamento do tema na otimização de cargas por algoritmos genéticos, foco do trabalho. Ainda assim, não traz grandes alterações ao Sistema, pois o mesmo funciona de maneira bastante semelhante.

Conforme COELHO (2010),

> "o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) limita o peso máximo por eixo que pode ser carregado pelos veículos. Este limite deve-se ao fato que quanto maior a força que os pneus aplicam sobre a camada de asfalto, maior será a degradação deste asfalto. Assim, os caminhões podem levar muito peso, desde que ele esteja distribuído por vários eixos (maior número de rodas para distribuir o peso da carga)".

O CONTRAN classifica os caminhões da seguinte forma:

- **Veículo Urbano de Carga (VUC)**: O VUC é o caminhão de menor porte, mais apropriado para áreas urbanas. Esta característica de veículo deve respeitar as seguintes características: largura máxima de 2,2 metros; comprimento máximo de 6,3 metros e limite de emissão de poluentes. A capacidade do VUC é de 3 toneladas.
- **Toco ou caminhão semi-pesado**: caminhão que tem eixo simples na carroceria, ou seja, um eixo frontal e outro traseiro de rodagem simples. Sua capacidade é de até 6 toneladas, tem peso bruto máximo de 16 toneladas e comprimento máximo de 14 metros.
- **Truck ou caminhão pesado**: caminhão que tem o eixo duplo na carroceria, ou seja, dois eixos juntos. O objetivo é poder carregar carga

maior e proporcionar melhor desempenho ao veículo. Um dos eixos traseiros deve necessariamente receber a força do motor. Sua capacidade é de 10 a 14 toneladas, possui peso bruto máximo de 23 toneladas e seu comprimento é também de 14 metros, como no caminhão toco.

Carretas:

- **Cavalo Mecânico ou caminhão extra-pesado**: é o conjunto formado pela cabine, motor e rodas de tração do caminhão com eixo simples (apenas 2 rodas de tração). Pode-ser engatado em vários tipos de carretas e semi-reboques, para o transporte.
- **Cavalo Mecânico Trucado ou LS**: tem o mesmo conceito do cavalo mecânico, mas com o diferencial de ter eixo duplo em seu conjunto, para poder carregar mais peso. Assim o peso da carga do semi-reboque distribui-se por mais rodas, e a pressão exercida por cada uma no chão é menor.
- **Carreta 2 eixos**: utiliza um cavalo mecânico e um semi-reboque com 2 eixos cada. Possui peso bruto máximo de 33 toneladas e comprimento máximo de 18,15 metros.
- **Carreta 3 eixos**: utiliza um cavalo mecânico simples (2 eixos) e um semi-reboque com 3 eixos. Possui peso bruto máximo de 41,5 toneladas e comprimento máximo de 18,15 metros.
- **Carreta cavalo trucado**: utiliza um cavalo mecânico trucado e um semi-reboque também com 3 eixos. Possui peso bruto máximo de 45 toneladas e comprimento máximo também de 18,15 metros.

Combinações de veículos:

- **Bitrem ou treminhão**: é uma combinação de veículos de carga composta por um total de sete eixos, que permite o transporte de um peso bruto total de 57 toneladas. Os semi-reboques dessa combinação podem ser tracionados por um cavalo-mecânico trucado.
- **Rodotrem**: é uma combinação de veículos de carga (dois semi-reboques) composta por um total de 9 eixos que permite o transporte de

um peso bruto total de 74 toneladas. Os dois semi-reboques dessa combinação são interligados por um veículo intermediário denominado *Dolly*. Essa combinação só pode ser tracionada por um cavalo-mecânico trucado e necessita de um trajeto definido para obter Autorização Especial de Trânsito (AET).

- O **bitrem** é um conjunto que possui duas articulações (quinta-roda do caminhão e a quinta-roda do semi-reboque dianteiro) e o **rodotrem** é um conjunto que possui três articulações (quinta-roda do caminhão, engate dianteiro do *dolly* e quinta-roda do *dolly*).

A **Figura 2** abaixo, adaptada de COELHO (2010), mostra alguns tipos de veículos de carga, de acordo com a classificação do CONTRAN.

Figura 2 - Tipos de caminhões

2.5. Pallets / Paletes / Páletes

Segundo WIKIPEDIA (2014), "palete ou pálete (do inglês pallet, por sua vez oriundo do francês pallete) é um estrado de madeira, metal ou plástico que é utilizado para movimentação de cargas".

A "função dos paletes é viabilizar a otimização do transporte de cargas através do uso de paleteiras e empilhadeiras" (WIKIPEDIA, 2014), trazendo vantagens como empilhamento maior de mercadorias, organização, redução de espaços ociosos, uniformização de estocagem, dentre outros.

Também pode ocorrer o contrário como fator de desvantagem: espaços vazios dentro da unidade de palete, além do custo de cada unidade. Contudo,

a lista de vantagens pesa mais que a de desvantagens e, por isto, a adoção do uso de paletes na logística sempre foi muito utilizada.

Para Vecina e Reinhardt (1998), os "pallets revolucionaram os métodos e técnicas de armazenamento, modificando radicalmente a concepção de transporte e movimentação de material vigente até pouco tempo atrás. Esse sistema de armazenamento denomina-se também sistema de blocagem. Ele permitiu a melhor utilização do espaço vertical com a ajuda de prateleiras de aço chamadas porta-pallets, com a vantagem dos benefícios proporcionados pela movimentação das cargas unitárias".

Pode-se também chamar esta ação de unitização, ou seja, transformar um grupo de itens em apenas um (palete). Outros equipamentos de armazenagem que utilizam a mesma ideia são: armações, estrados, engradados e *containers*.

Há algumas padronizações nas dimensões e volumes dos pallets, principalmente entre empresas parceiras, porém, muitas Organizações utilizam os que mais se adequam às suas particularidades negociais. Deste modo, cabe à empresa escolher os seus paletes.

As figuras a seguir (MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS, 2014) exemplificam o grande número de tipos de pallets, bem como dos materiais dos quais são fabricados.

Figura 3 - Variados tipos e modelos de pallets

Figura 4 - Pallets de madeira

Figura 5 – Pallets e caixas de plástico

Figura 6 - Pallet de plástico

Figura 7 - Pallet de plástico, ecologicamente correto

Variados ramos utilizam paletização em sua logística, como, por exemplo, construção civil, mercados e indústria farmacêutica. Cabe citar que neste trabalho, não serão abordadas características de compatibilidade entre pallets, tampouco entre suas respectivas cargas.

Para este trabalho acadêmico, serão considerados volume e peso que cada pallet pode acomodar.

2.6. Nota Fiscal Eletrônica

A Nota Fiscal Eletrônica foi implantada no Brasil no ano de 2007 e, até 2010 tinha seu uso facultativo. Segundo o portal IG (2010), "O plano da NF-e, criado em 2007, integra o Sistema Público de Escrituração Digital (Sped), que é parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)".

A partir de 1º de dezembro de 2010, a emissão da NF-e tornou-se obrigatória, medida tomada pelo Ministério da Fazenda. "Estarão isentos os microempreendedores individuais e algumas empresas cuja área de atuação não estiver relacionada na lista emitida pela Secretaria da Fazenda" (IG, 2010).

2.7. Algoritmos Genéticos

Cada problema que tenha solução possível carece dos meios mais adequados para resolução mais eficiente. Da mesma maneira, isto ocorre para problemas matemáticos e/ou computacionais. A Inteligência Artificial utiliza os Algoritmos Genéticos (dentre vários outros) para a solução de adversidades complexas ou que necessitem recursividade e grande número de iterações.

Um Algoritmo Genético é um processo interativo que mantém uma população de estruturas que são soluções candidatas no domínio especificado. Durante cada incremento temporal (chamado de geração), a estrutura na população atual é qualificada por sua efetividade como solução dominante, e com base nestas qualificações, uma nova população de soluções candidatas é

formada usando operadores genéticos específicos como reprodução (seleção), cruzamento (recombinação) e mutação" (Grefenstette,1993).

A definição de AG de Goldberg (1989) ainda introduz alguns conceitos "passo-a-passo", citando que os Algoritmos Genéticos

> "combinam a sobrevivência do mais apto em estrutura de string com uma troca estocástica estruturada de informações para formar um algoritmo de busca. Em toda geração um novo conjunto de criaturas artificiais (strings) é criado usando bits e partes do melhor das gerações anteriores. Uma nova parte é ocasionalmente inserida para melhor precisão. Enquanto estocásticos, os Algoritmos Genéticos não são uma busca aleatória simples. Eles exploram eficientemente informações históricas para encontrar novos pontos de busca com um esperado aumento de performance".

2.8. Metodologia: entrevista por pautas

Este projeto teve a concepção embasada em entrevista com o cliente, de modo que o mesmo explanasse à equipe o máximo possível de informações sobre o tema.

Desta maneira, foi utilizada a entrevista por pautas. Segundo BRITTO e FERES (2013), "o tipo de entrevista por pautas apresenta certo grau de estruturação, já que se guia por uma relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso. As pautas devem ser ordenadas e guardar certa relação entre si. O entrevistador faz poucas perguntas diretas e deixa o entrevistado falar livremente, à medida que reporta às pautas assinaladas".

O conhecimento de negócio dos entrevistados, no mercado de TI, é muito valioso, pois normalmente os analistas entrevistadores devem aprender sobre o ramo pesquisado. Desta forma, as entrevistas servem como aprendizado. Por isto, foi escolhida a metodologia de entrevista por pautas.

Houve uma entrevista estruturada por pautas para este projeto. Além desta, algumas conversas informais, a fim de solidificar as informações coletadas inicialmente.

A entrevista oficial para coleta de informações foi realizada a 25 de março de 2014, com o Diretor Técnico da MTM Sistemas, Waldomiro Dall'Agnol. Na mesma, foram abordados os seguintes itens da pauta sobre a possibilidade de um Sistema de Informação para transportadoras:

- alocação e ordenação de cargas nos veículos;
- tipos de veículos de transporte, tipos de paletes;
- tolerância de espaços ociosos e peso de transporte;
- tipos de veículos de carga utilizados para os tipos (distâncias) de viagens;
- particularidades de empresas transportadoras;
- fluxo de entregas;
- tipos de cargas.

A partir dos tópicos abordados na entrevista realizada, foi concebida a ideia completa do sistema, em conjunto com os professores orientadores.

3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Este capítulo foi desenvolvido com o intuito de apresentar a metodologia utilizada, bem como o planejamento e o andamento do desenvolvimento do Sistema Carga Ótima.

No desenvolvimento e condução do projeto, foi utilizado o modelo incremental de processos. Quanto às linguagens de programação para a construção do objeto deste trabalho, foram utilizadas C, PHP e MatLab.

3.1. Modelo de Engenharia de Software

O desenvolvimento do Sistema Carga Ótima foi realizado com base em dois modelos de processo da Engenharia de Software: modelo cascata, para estrutura de fases do ciclo de vida do projeto e; desenvolvimento incremental, para o desenvolvimento do projeto. Estes conceitos baseiam-se em SOMMERVILLE (2011).

Figura 8 - Modelo cascata de desenvolvimento de projetos

A **Figura 9** a seguir (AGILEWAY, 2009) mostra um comparativo visual de entregas em projetos de modelo cascata (iterativo) versus incremental (interativo).

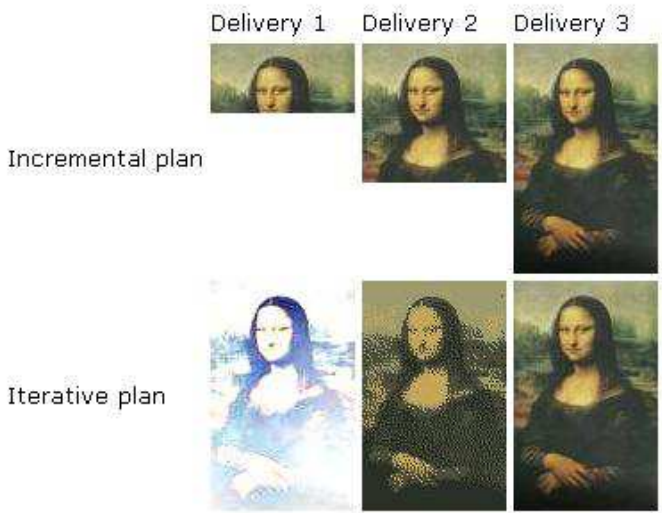


Figura 9 - Processos de desenvolvimento: Incremental x Iterativo (cascata)

É muito difícil que ocorra o desenvolvimento completo de um Sistema de Informação no modelo cascata, sem que haja atuação da equipe apenas em uma fase por vez. Isto agrava-se ainda mais quando a equipe é de pequeno porte (por exemplo, no caso de TCC's). Apesar deste motivo, não foi definido o uso da cascata (**Figura 8**), mesmo sendo um processo de condução mais simples, por manter o processo bastante estático e de difícil gerenciamento, quando alterados os requisitos.

O desenvolvimento da solução Carga Ótima foi concebido pela junção dos modelos incremental e interativo. Assim, variados itens do projeto são feitos em paralelo em entregas parciais, que permitem avaliar o trabalho gradualmente.

3.1.1. Modelo Incremental

O modelo incremental de desenvolvimento de projetos permite que o time do processo possa realizar entregas em paralelo, onde as atividades podem ser intercaladas. Ideal a equipes pequenas, onde as tarefas podem ser divididas e, principalmente, permite retrabalhar o entendimento de requisitos. Por isto, também bastante adequado a trabalho onde as ideias e conceitos

sofrem alterações durante o projeto. Além disto, como o fluxo de desenvolvimento necessita rápidos e constantes feedbacks à orientação acadêmica, o modo incremental foi julgado como mais adequado à realização deste trabalho.

A **Figura 10** (NOVAES, 2013) exibe o formato de desenvolvimento de projetos no modelo incremental. A **Figura 11** (OPINA DE TI, 2014) mostra o mesmo conceito, porém, contando com o importante detalhe do versionamento.

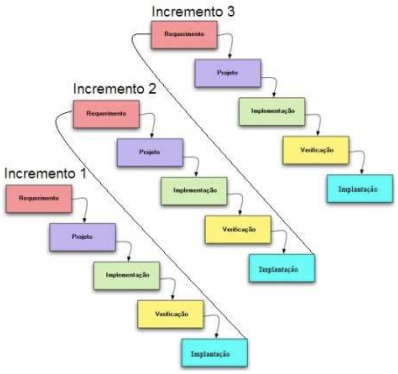


Figura 10 - Modelo incremental (1)

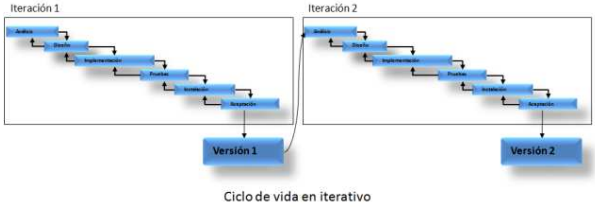


Figura 11 - Modelo incremental (2)

3.1.2. RUP (Rational Unified Process)

Neste projeto foram utilizados (não todos, porém,) alguns conceitos de RUP, julgados como interessantes para a abordagem desejada, como: utilização da notação UML para ilustrar os processos de ação; base nas quatro fases RUP de iniciação, elaboração, construção e transição.

Segundo MARTINEZ (2014),

> "O Processo Unificado da Rational conhecido como RUP (Rational Unified Process), é um processo de engenharia de software criado para apoiar o desenvolvimento orientado a objetos, fornecendo uma forma sistemática para se obter vantagens no uso da

UML. Foi criado pela Rational Software Corporation e adquirido em fevereiro de 2003 pela IBM".

3.2. Plano de Atividades

Esta seção traz itens importantes para o projeto, principalmente sobre seu gerenciamento e condução, sempre embasados na estruturação também apresentada aqui.

O escopo do projeto pode ser seguido pela EAP (Estrutura Analítica do Projeto). As atividades com respectivas responsabilidades e prazos são definidas no Diagrama de Gantt.

3.2.1. WBS (Work Breakdown Structure) / EAP (Estrutura Analítica do Projeto)

A WBS (Estrutura Analítica do Projeto), de maneira geral, é uma representação gráfica do escopo do projeto. Segundo o PMI (2008), a EAP é "uma decomposição hierárquica orientada às entregas do trabalho a ser executado pela equipa de projeto, para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas requisitadas".

Cada produto das atividades realizadas pela equipe deverá enquadrar-se em algum item da WBS. Portanto, é muito importante até mesmo para que se saiba o que não necessita ser produto no decorrer do processo (contra-escopo).

O projeto Carga Ótima conta com a sua WBS conforme **Figura 12**.

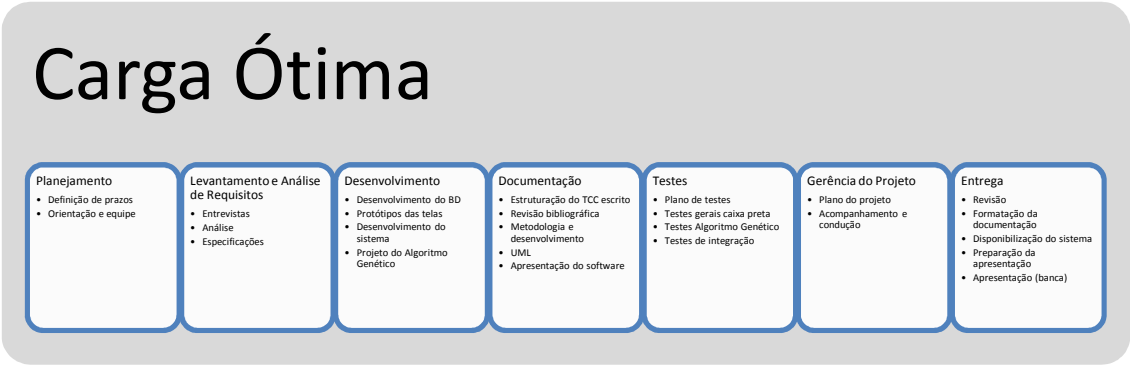


Figura 12 - WBS do projeto Carga Ótima

3.3. Responsabilidades

Ao início do projeto, assim que definidos todos os integrantes do mesmo, também foram definidas as macro-atividades de cada stakeholder ativo, conforme **Tabela 2**. Como a equipe é reduzida, algumas atividades necessitaram ser desenvolvidas por mais de uma pessoa.

Atividade	Juliano	Renato	Wagner	Roberto	Jeroniza
Orientação				x	x
Acompanhamento de atividades		x		x	x
Levantamento e análise de requisitos	x	x	x		
Planejamento	x	x	x		
Desenvolvimento do BD		x			
Desenvolvimento do Sistema	x	x			
Documentação			x		
Testes	x	x	x		
Apresentação	x	x	x		

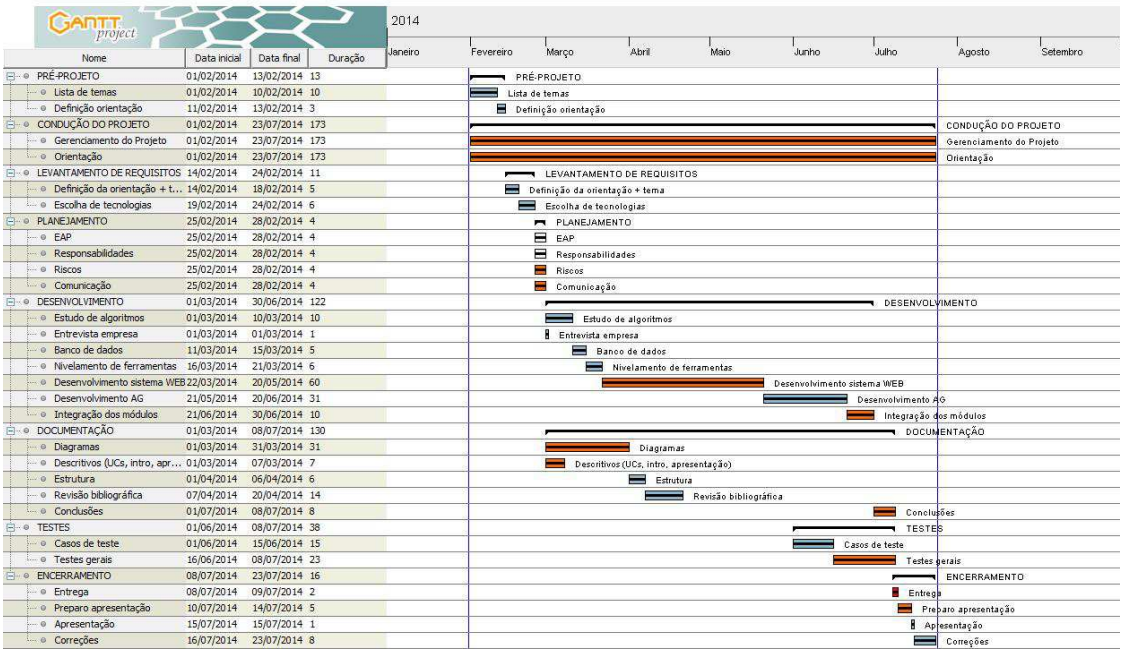
Tabela 2 - Macro-atividades

É de vital importância ao projeto que as responsabilidades sejam definidas, a fim de evitar que haja "tarefas sem dono". Desta forma, todas as atividades estarão cobertas pela equipe de projeto.

3.4. Diagrama de Gantt e Cronograma de Atividades

"O diagrama de GANTT é um instrumento que permite modelar a planificação de tarefas necessárias para a realização de um projeto. Trata-se de um instrumento inventado em 1917 por Henry L. GANTT" (KIOSKEA, 2014).

Na prática, o diagrama funciona como um cronograma (de atividades estimadas), definido com base na WBS e atribuição de responsabilidades do projeto. Neste trabalho, foi utilizada a ferramenta Gantt Project para a montagem do gráfico, conforme **Figura 13 - Diagrama de Gantt**.



Nome	Data inicial	Data final	Duração
PRÉ-PROJETO	01/02/2014	13/02/2014	13
Lista de temas	01/02/2014	10/02/2014	10
Definição orientação	11/02/2014	13/02/2014	3
CONDUÇÃO DO PROJETO	01/02/2014	23/07/2014	173
Gerenciamento do Projeto	01/02/2014	23/07/2014	173
Orientação	01/02/2014	23/07/2014	173
LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	14/02/2014	24/02/2014	11
Definição da orientação + t...	14/02/2014	18/02/2014	5
Escolha de tecnologias	19/02/2014	24/02/2014	6
PLANEJAMENTO	25/02/2014	28/02/2014	4
EAP	25/02/2014	28/02/2014	4
Responsabilidades	25/02/2014	28/02/2014	4
Riscos	25/02/2014	28/02/2014	4
Comunicação	25/02/2014	28/02/2014	4
DESENVOLVIMENTO	01/03/2014	30/06/2014	122
Estudo de algoritmos	01/03/2014	10/03/2014	10
Entrevista empresa	01/03/2014	01/03/2014	1
Banco de dados	11/03/2014	15/03/2014	5
Nivelamento de ferramentas	16/03/2014	21/03/2014	6
Desenvolvimento sistema WEB	22/03/2014	20/05/2014	60
Desenvolvimento AG	21/05/2014	20/06/2014	31
Integração dos módulos	21/06/2014	30/06/2014	10
DOCUMENTAÇÃO	01/03/2014	08/07/2014	130
Diagramas	01/03/2014	31/03/2014	31
Descritivos (UCs, intro, apr...	01/03/2014	07/03/2014	7
Estrutura	01/04/2014	06/04/2014	6
Revisão bibliográfica	07/04/2014	20/04/2014	14
Conclusões	01/07/2014	08/07/2014	8
TESTES	01/06/2014	08/07/2014	38
Casos de teste	01/06/2014	15/06/2014	15
Testes gerais	16/06/2014	08/07/2014	23
ENCERRAMENTO	08/07/2014	23/07/2014	16
Entrega	08/07/2014	09/07/2014	2
Preparo apresentação	10/07/2014	14/07/2014	5
Apresentação	15/07/2014	15/07/2014	1
Correções	16/07/2014	23/07/2014	8

Figura 13 - Diagrama de Gantt

As atividades marcadas na cor laranja foram encerradas em atraso, impactando na entrega do projeto. Desta maneira, foi necessário realizar ação corretiva, conforme plano de riscos a seguir.

3.5. Plano de riscos

Todo projeto está exposto a riscos. Eles possuem probabilidades de ocorrência e impactos (danos). À equipe de projeto cabe monitorar estes riscos (fazer a gestão), para que não venham a se concretizar. Segundo BORGE (2001), "risco significa estar exposto à possibilidade de um mau resultado. Gestão de riscos significa mover a probabilidade a seu favor, ou seja, aumentar a chance de um bom resultado".

É importante que todos os riscos do projeto sejam mapeados e monitorados, fazendo com que não haja surpresas indesejáveis, reduzindo ou eliminando todo e qualquer impacto. Se mapeamento e monitoramento ocorrerem adequadamente, na iminência que o risco se concretize, devem ser tomadas ações preventivas, para que não ocorram problemas maiores durante a condução do processo como um todo.

Se, ainda assim, algum risco (mapeado ou não) for concretizado, a equipe deverá realizar ação corretiva sobre o mesmo. Pode haver também riscos que sejam benéficos ao projeto. Se importantes para o processo, também devem ser mapeados e monitorados, bem como possuir plano de ação para possibilidade e iminência de ocorrência.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** da seção de APÊNDICES mostra a matriz de riscos deste trabalho, onde os registros de maior criticidade são os mais perigosos ao projeto. Os itens mais críticos devem ser monitorados com prioridade. Probabilidade e impacto variam de 1 a 3 (respectivamente, dos menores para os maiores), enquanto a criticidade é a multiplicação dos mesmos (resultando em valores que variam de 1 a 9).

O projeto da solução Carga Ótima teve ocorrência de um risco bastante impactante, porém, calculado, que foi o atraso na entrega final. Desta forma, foi necessário entrar com a ação corretiva de adiamento da entrega em um período letivo. Este atraso impactou em alguns outros itens, como continuidade do gerenciamento e do período de orientação, integração dos módulos

desenvolvidos, bem como na documentação (diagramas, descrições e preparo da apresentação).

3.6. Plano de comunicação

A comunicação da equipe do projeto foi realizada, basicamente, das seguintes formas: reuniões presenciais, e-mails, chat, vídeo conferência e telefone. O Plano de Comunicação define como comunicações oficiais as reuniões presenciais e os e-mails, para formalização e alinhamento de informações.

3.6.1. Contatos da equipe de projeto

A equipe do projeto é definida como os professores orientadores (Roberto e Jeroniza) e os estudantes (Juliano, Renato e Wagner). Os contatos oficiais e principais do projeto seguem a **Tabela 3** abaixo.

Grupo	Papel	Nome	E-mail	Comunicação com a equipe
Orientação	Orientador	Roberto Tadeu Raittz	raittz@gmail.com	Reunião; E-mail
	Co-orientadora	Jeroniza Nunes Marchaukoski	jeroniza@gmail.com	Reunião; E-mail
Desenvolvimento	Estudante formando	Juliano Kuckynski	julianojk01@gmail.com	Reunião; E-mail; Chat; Telefone; acesso remoto
	Estudante formando	Renato Celso Moreira Filho	renatopho@gmail.com	Reunião; E-mail; Chat; Telefone; acesso remoto
	Estudante formando	Wagner Luiz Cancela	wagnercancela@gmail.com	Reunião; E-mail; Chat; Telefone; acesso remoto

Tabela 3 - Plano de Comunicação do Projeto

Foram definidos dois grupos distintos para composição da equipe do projeto: Grupo de Orientação (composto pelos professores orientadores); Grupo de Desenvolvimento (composto pelos estudantes formandos). A fim de obter agilidade na comunicação de desenvolvimento, o respectivo grupo decidiu por comunicar-se por qualquer uma das formas estabelecidas no Plano de Comunicação. Já os contatos de Grupo Orientação versus Grupo Desenvolvimento foram estabelecidos das seguintes maneiras, a fim de maior formalização: reuniões, e-mails e, esporadicamente, telefone.

3.6.2. Reuniões e e-mails

As reuniões do projeto são os principais meios de comunicação do mesmo. O segundo principal tipo de comunicação são os e-mails. Estas duas vias de contato foram definidas como as formas oficiais e formais de comunicação da equipe.

A equipe do projeto completa (todos os cinco integrantes) definiu como pré-agendadas reuniões às terças-feiras, desde o período de definição dos professores orientadores. O pré-requisito para as reuniões ocorrerem nas datas pré-agendadas foi a confirmação da data - via e-mail – na semana anterior a cada encontro.

Adicionalmente a estas reuniões, ficou livre o agendamento de outros encontros, sempre que julgado necessário por qualquer stakeholder do projeto.

3.6.3. Demais tipos de comunicação

Excetuando as reuniões e–mails, todos os demais meios de comunicação foram definidos como auxiliares ou não-oficiais. Contudo, estas formas secundárias de contato foram de vital importância à comunicação e andamento do projeto.

Durante a execução das atividades, foram realizadas as seguintes formas de contatos entre a equipe:

- telefone: para conversas rápidas, alinhamento de informações, agendamento de reuniões;
- chat (webchat do gmail): comunicação instantânea usada para trocas rápidas de códigos, informações e conversas informais;
- acesso remoto: utilizado para alinhamento de informações e mini-treinamentos não-presenciais.

3.7. Ferramentas de trabalho

Ao início do projeto, e à medida que constatou-se novas necessidades, foram definidos: repositório de arquivos e softwares utilizados. Recursos de hardware não foram definidos. Isto foi feito para que o desenvolvimento do Sistema fosse completo, com segurança da informação, evitando redundâncias e problemas de versionamento em geral.

3.7.1. Repositório e compartilhamento de arquivos

Foi adotado o uso do repositório e compartilhamento de arquivos Dropbox, disponível pelo site www.dropbox.com. Toda a documentação, códigos-fonte e materiais auxiliares foram centralizados no site.

A ferramenta possibilita, além do uso por pastas do sistema operacional utilizado, a navegação via site. Fica à escolha do usuário. Também possui controle de usuários, convites para acesso, bem como controle de permissões de leitura e escrita de arquivos e afins. Todas estas funcionalidades atuam na segurança e confiabilidade dos dados, durante e depois do desenvolvimento do Sistema.

3.7.2. Hardware

Recursos de hardware não foram definidos para o desenvolvimento do projeto, por não interferirem diretamente no foco do mesmo.

3.7.3. Software e websites

Os softwares, frameworks e sistemas web definidos para o desenvolvimento do projeto foram definidos conforme a tabela a seguir.

Ferramenta	Modalidade	Finalidade / Observações
Dropbox	Web / Software	Repositório e compartilhamento de arquivos
Gmail	Web	Servidor de e-mail para. Comunicação
BrModelo	Software	Diagramas
CodeIgniter		Desenvolvimento. Framework PHP
Aptana	Software	Desenvolvimento
Wamp Server	Software	Servidor para aplicaçãoes PHP e BD
Skype	Software	Comunicação
Aptana	Software	Desenvolvimento.
Google Chrome	Software	Navegador de internet
Pencil	Software	Prototipação
Gantt Project	Software	Diagrama Gantt
Dia	Software	Diagramas
Star UML	Software	Diagramas
Notepad++	Software	Anotações
MatLab	Software	Desenvolvimento, algoritmos
Code Blocks	Software	Desenvolvimento, algoritmos
Microsoft Office	Pacote de Softwares	Apresentações, fórmulas, tabelas, documentação
Internet Explorer,	Web	Navegadores web

Mozilla Firefox, Google Chrome		
Pure	Framework	Desenvolvimento. Framework
Visual Paradigm	Software	Diagramas
WAMPServer	Servidor	Disponibilização de acesso ao sistema
phpMyAdmin	Servidor	Acesso ao Banco de Dados
Navicat Premium	Software	Acesso ao Banco de Dados

Tabela 4 - Ferramentas utilizadas no projeto

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este trabalho acadêmico teve seu embrião criado ao início do ano de 2014, quando os alunos integrantes da equipe organizaram-se para definir um tema para desenvolvimento.

Nas conversas iniciais, em fevereiro de 2014, foram definidos temas variados para o TCC. Depois, definiu-se apenas por um, de acordo com proposta a alguns professores de afinidade no curso de TADS da UFPR. Entre os temas, constavam sistemas computacionais para: definir melhor rota de transporte; aplicação para montar casos de teste, baseada no código-fonte de projetos; agendamento online de consultas, voltado para salões de beleza e afins.

Após contato com o professor Roberto Raittz, foi aceita por ele a orientação à equipe, sob as duas condições seguintes: tema do trabalho que envolvesse IA e que houvesse co-orientação. No caso, o próprio professor Roberto acertou a co-orientação da professora Jeroniza Nunes Marchaukoski. A partir deste momento, estavam definidos: orientação, co-orientação, além do tema do projeto (pois apenas um tinha relação com IA). O tema, na época, foi de melhores rotas de transporte, com a ideia ainda não muito bem delimitada.

Em um segundo momento, ainda em fevereiro de 2014, foi realizada entrevista com o sr. Waldomiro José Dall'Agnol, Diretor Técnico da Empresa de Softwares de Transporte MTM Sistemas. Ele foi definido como virtual cliente deste projeto, auxiliando a equipe com dúvidas sobre o mercado de transportes de carga, área em que tem vasta experiência.

Após a entrevista com Waldomiro, foi definido pela equipe do projeto que a proposta inicial não seria tão importante quanto uma nova ideia que surgira: ao invés de um sistema de sugestão de rotas de transporte, o novo tema do trabalho fora alterado para alocação de cargas em veículos de transporte. A proposta fora aceita pela orientação do projeto e vista como de grande contribuição, além de ser nova no mercado. Em suma, seria um trabalho de tema mais interessante que a concepção inicial.

4.1. Metodologia

O projeto foi conduzido pela metodologia incremental, que possibilita maior flexibilidade que o modelo cascata, principalmente pelo tamanho reduzido da equipe de projeto.

A definição de tarefas e respectivos prazos estão definidos em tópico específico, exibidos no Diagrama de Gantt.

4.2. Documentação

A documentação deste projeto foi embasada fundamentalmente em UML, com os produtos exibidos da seguinte forma: Diagrama de Casos de Uso (**Figura 14- Diagrama de Casos de Uso**), Diagrama de Classes (**Figura 15 - Diagrama de Classes**) e Especificação dos Casos de Uso (ao final do trabalho, nos APÊNDICES).

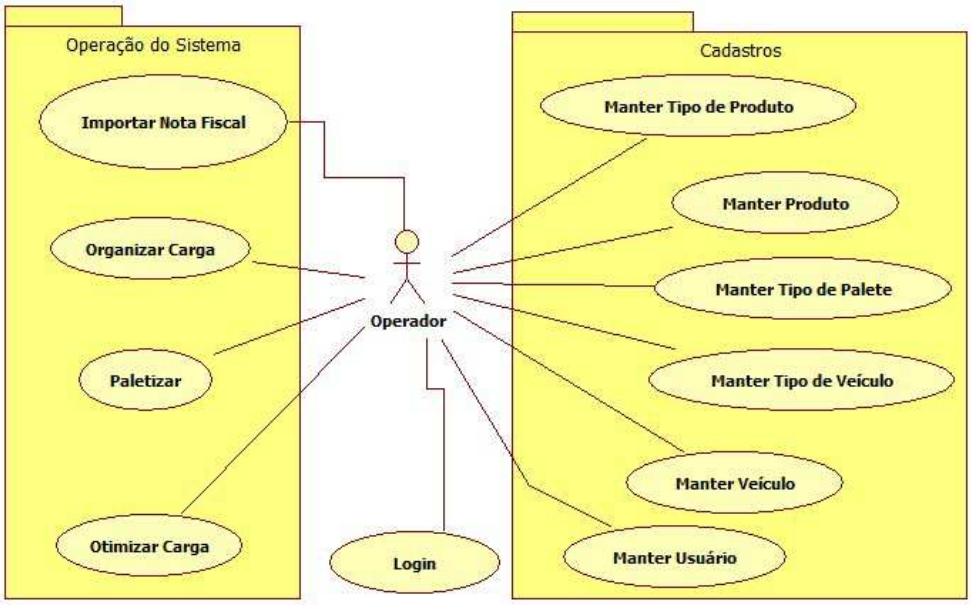


Figura 14- Diagrama de Casos de Uso

O Diagrama de Casos de Uso mostra a conceituação geral do Sistema, assim como é aumentado o detalhamento no Diagrama de Classe e, por sua vez, ampliado nos Casos de Uso.

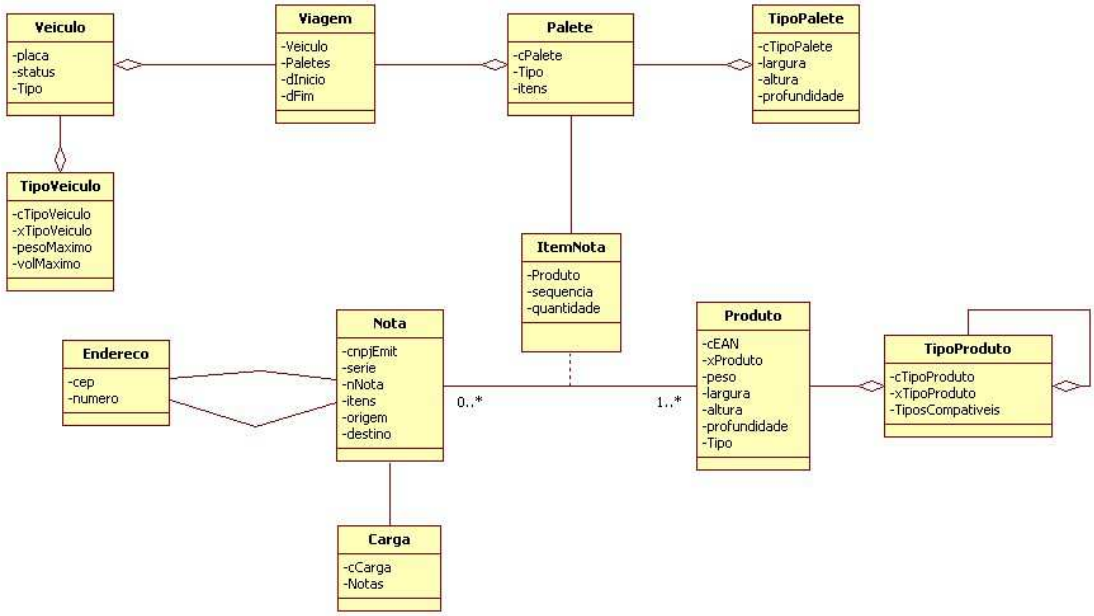


Figura 15 - Diagrama de Classes

4.3. Banco de Dados do Sistema

O Banco de Dados do Sistema Carga Ótima segue os próximos subitens (Modelo Conceitual, Modelo Lógico e Modelo Físico).

Foi utilizada a linguagem MySQL para criação e manutenção do Banco. Foram utilizadas as ferramentas phpMyAdmin e Navicat Premium para acesso à base de dados. Quanto aos diagramas dos modelos conceitual e lógico, foram criados com a ferramenta BrModelo.

4.3.1. Modelo Conceitual

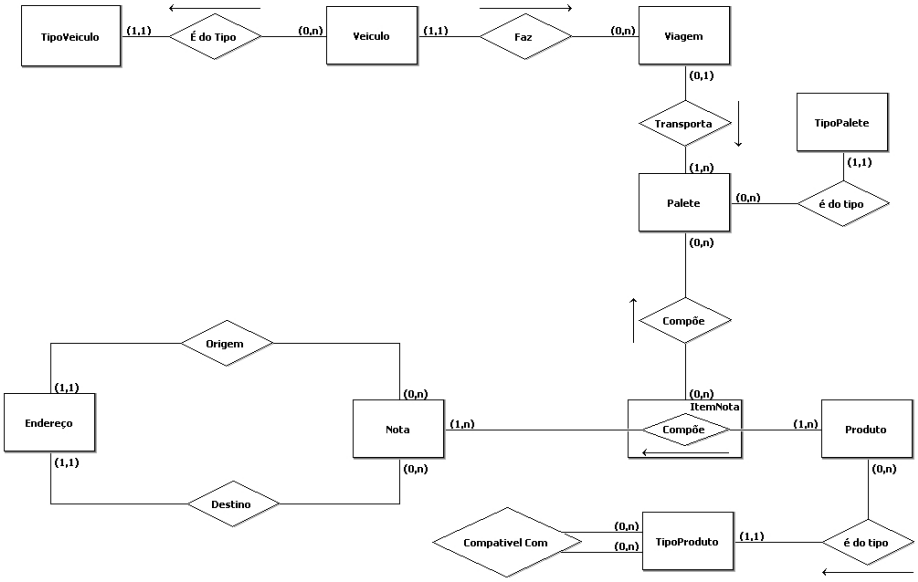


Figura 16 - Modelo conceitual do BD

4.3.2. Modelo lógico

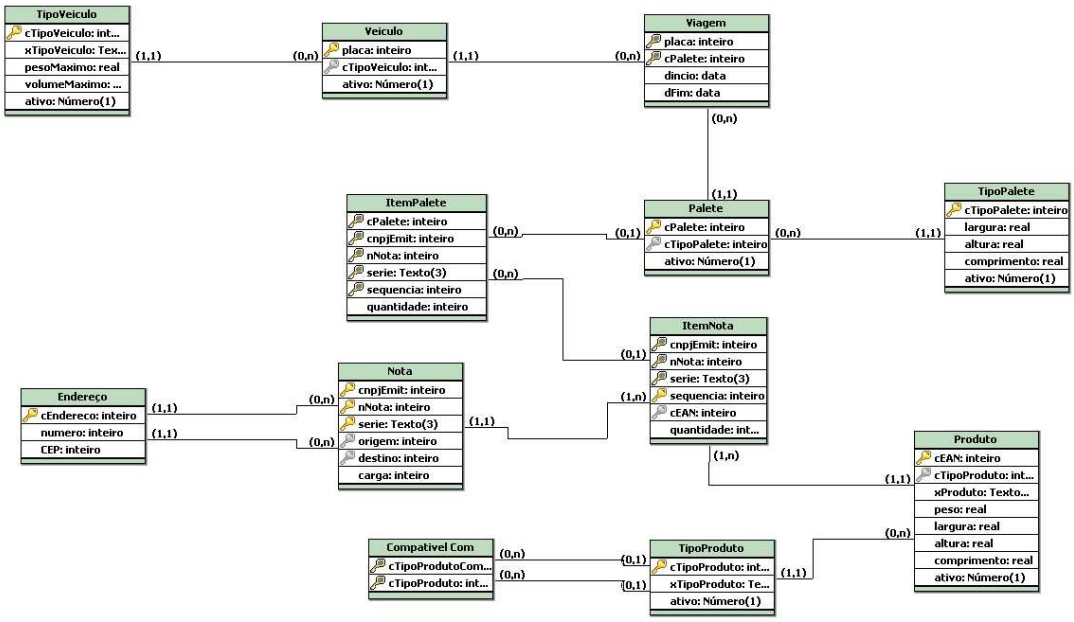


Figura 17 - Modelo lógico do BD

4.3.3. Modelo físico

O modelo físico do Banco de Dados do sistema encontra-se no **APÊNDICE C** (representado pelos scripts do BD).

Considera-se como dicionário de dados o próprio modelo físico, uma vez que o mesmo possui todos os atributos necessários de cada tabela criada na base.

4.4. Implementação

O sistema foi implementado em duas linguagens de programação: PHP e MatLab e C. O motivo de não utilizar-se apenas uma, foi pela necessidade de inserção do Algoritmo Genético de alocação de cargas, foco do trabalho.

Como o AG necessita alta performance (visto que faz muitas iterações), o mesmo foi construído no software MatLab e, por sua vez, transformado para linguagem C. Este código, com melhores tempos de resposta, é invocado no uso cotidiano do sistema, construído, por sua vez, em linguagem de programação PHP.

Desta forma, foi construída também uma interface para que ambos os códigos consigam trafegar as informações do sistema como um todo. Assim, ao importar NFe's, seus respectivos dados ficarão registrados no sistema. Esta é a intervenção menos convencional no uso do sistema, feita por importações de arquivos xml. A segunda corresponde na invocação dos algoritmos genéticos, onde o código PHP chama execução de outra linguagem (de melhor performance).

4.5. Testes dos Algoritmos Genéticos

Como o cerne do projeto Carga Ótima é a parte de Inteligência Artificial, utilizada através de Algoritmos Genéticos, foram feitos variados testes de performance e de adequação das variáveis dos algoritmos.

Além dos dados principais necessários para a execução do código, que são os veículos e produtos a serem alocados, há também que se considerar configurações para a otimização do code.

Neste projeto, foram avaliados quatro parâmetros, distribuídos em duas baterias de testes, da seguinte maneira:

- percentual de mutações versus elite selecionada;
- número de gerações versus população.

4.5.1. Mutações versus Elite selecionada

Na primeira parte dos testes, que considerou itens de menor importância (mutações e elite), foram observados os tempos de resposta.

Para que nenhum outro fator interferisse nos resultados, foram importados sempre os mesmos dados de veículos e produtos. Da mesma forma, foram utilizados valores fixos: População com 1000 indivíduos e 500 gerações.

Para cada uma das 9 (nove) combinações foram realizadas 3 (três) execuções de código e, destas, feita a média em microssegundos.

A **Tabela 5 - Tempo (microssegundos): Mutação x Elite Selecionada** mostra os resultados dos testes, para todas as médias de combinações de mutação (10%, 20% e 30%) e elite selecionada (1, 2 e 3):

Média de Tempo		Mutação		
		0,1	0,2	0,3
Elite	1	*11475,8811*	*13336,2362*	*11514,1143*
	2	*11376,5687*	*12247,4173*	*12272,0141*
	3	*13475,3123*	*13304,0458*	*12418,2364*

Tabela 5 - Tempo (microssegundos): Mutação x Elite Selecionada

Os testes foram realizados no código puro, desenvolvido em MatLab (**Figura 18 - Testes do AG no MatLab**). Nota-se que o tempo sempre foi bastante parecido para ambas as combinações, concluindo-se que Mutações e Elite não influenciam fortemente sobre o tempo de execução.

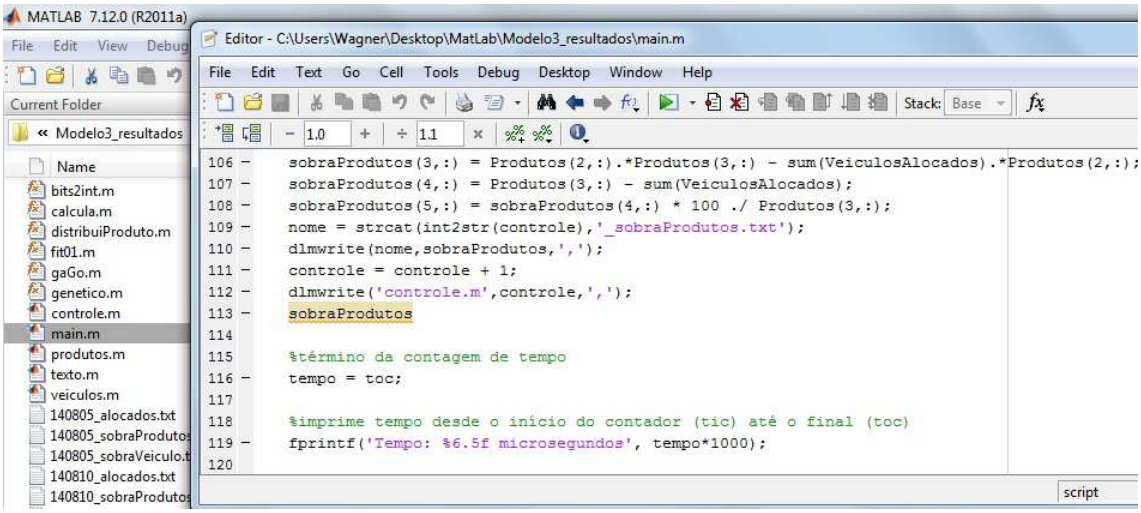


Figura 18 - Testes do AG no MatLab

4.5.2. Gerações versus População

Após os testes anteriores (Mutação e Elite), foram realizados - sob os mesmos princípios (variando apenas os parâmetros testados) – testes no Algoritmo Genético com Gerações e Populações.

Também mantendo-se fixas as importações e demais valores, foram modificadas apenas as variáveis testadas. No caso, Gerações e População. Combinações para os seguintes valores: 100, 200 e 500 gerações; população de 100, 200 e 5000 indivíduos. Por fim, foram utilizados valores extremos, de 1000 x 1000 e 10 x 10.

Para esta análise, foram observados resultados de tempo aproximado. Como itens mais importantes, foram avaliados: sobra de veículos (peso e volume), além da sobra percentual de produtos. A variável "mret" avalia o resultado do Algoritmo Genético, sendo que quanto menor seu valor, melhor o resultado atingido.

A figura seguinte (**Figura 19 - Edição dos parâmetros de Gerações e População**) exibe um trecho de código no qual foram utilizados valores de 1000 gerações e 1000 indivíduos de população.

```
1
2      %inicio da contagem de tempo
3 -    tic;
4
5 -    parametros = dlmread('parametros.txt',',') ;
6 -     disp('###################          INICIO        ####################
7 -     format short g;
8 -     controle = parametros(1,1);
9      % populacao = parametros(1,2);
10     % geracao = parametros(1,3);
11 -    nbits = parametros(1,4);
12 -    populacao = 1000
13 -    geracao = 1000
14      % % for k =1:5
15     % % populacao = 50 *  k * 4
16     % % geracao = 20 *  k * 4
17
18     %
19     % %%Inicializa as variaveis
20     %
21     % %Matriz Produtos:
22     % % cada coluna representa um produto, cada linha um atributo
23     % % a primeira linha representa o peso por unidade
24     % % a segunda linha representa o volume por unidade
25     % % a terceira linha representa a quantidade
26     % % a quarta linha representa o codigo do produto
27 -    Produtos = dlmread('produtos.txt',',');
```

Figura 19 - Edição dos parâmetros de Gerações e População

A tabela a seguir (**Tabela 6 - Resultados dos testes de Geração x População**) mostra os resultados dos testes de Geração e População

realizados. O cenário de testes foi para 3 veículos de transporte, sempre com as mesmas capacidades e com 5 tipos de produtos a serem alocados.

Parâmetros		Veículo 1		Veículo 2		Veículo 3			
Gera-ção	**Popu-lação**	**Mret**	**Sobra de veículos**	**Mret**	**Sobra de veículos**	**Mret**	**Sobra de veículos**	**Tempo**	**Sobra de produtos (% de sobra de 5 itens)**
10	**10**	847	Vol:35 Peso:40	19308	Vol:193 Peso:70	37	Vol:37 Peso:0	~ 0.9 s	21.25 -12 0 -118 -170
100	**100**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	16	Vol:16 Peso:0	~ 4.2 s	7.5 2 0 4 3.3333
200	**100**	0	Vol:0 Peso:0	4	Vol:9 Peso:0	9	Vol:9 Peso:0	~ 8.4 s	7.5 4 0 0 0
500	**100**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	17	Vol:17 Peso:0	~ 20.0 s	7.5 0 0 10 0
100	**200**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	16	Vol:16 Peso:0	~ 8.3 s	7.5 2 0 4 3.3333
200	**200**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	82	Vol:6 Peso:0	~ 17.0 s	16.25 -12 -12 -12 .6667
500	**200**	0	Vol:0 Peso:0	12	Vol:0 Peso:0	17	Vol:17 Peso:0	~ 41.0 s	11.25 -6 -6 8 6.6667
100	**500**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	13	Vol:13 Peso:0	~ 20.0 s	6.25 0 4 0 0
200	**500**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	14	Vol:14 Peso:0	~ 42.0 s	6.25 0 4 0 0
500	**500**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	13	Vol:13 Peso:0	~ 90 s (1m30s)	7.5 4 0 0 0
1000	**1000**	0	Vol:0 Peso:0	0	Vol:0 Peso:0	13	Vol:13 Peso:0	~ 420 s (7 min)	7.5 4 0 0 0

Tabela 6 - Resultados dos testes de Geração x População

Conforme observa-se nos dados levantados, à medida que se aumenta população e gerações, inversamente se reduz sobra nos veículos. Contudo, o tempo de execução também aumenta, e, num certo ponto, não é recomendável o aumento destes valores. Isto ocorre, pois o tempo de execução não compensa os pequenos ganhos a partir de um limite, seja por crescimento de população, seja pelo crescimento do número de gerações.

5. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

O Sistema Carga Ótima é um software que consiste na distribuição de produtos em veículos de carga cadastrados pela empresa. O objetivo é que esta de distribuição seja otimizada ao máximo, para que ocorra o mínimo de desperdício, reduzindo os custos operacionais da contratante do software.

O Sistema faz a utilização de dados de NF-e através de interface de importação dos arquivos xml (padrão).

De modo geral, o uso do sistema se dá da seguinte maneira:

- cadastros básicos;
- entrada de dados pela tela de importação de notas fiscais XML (ou inserção via BD);
- montagem de carga (com diferentes NF-e);
- paletização da carga (unitização);
- alocação dos produtos/pallets nos veículos (otimizar carga).

5.1. Instalação e configuração

Para que o sistema possa ser utilizado, são necessários alguns pré-requisitos para instalação do mesmo:

- instalação de servidor para administração do MySQL e código PHP;

- execução dos scripts iniciais da estrutura do banco de dados;

- cadastros básicos do sistema (tipos de paletes, tipos de veículos, tipos de produtos).

5.2. Acesso

O software possui controle de acesso, de modo a manter as informações seguras e acessíveis apenas para usuários cadastrados. Esta funcionalidade permite restrição a informações sigilosas, bem como a manutenção da confiabilidade do software.

Para o login do sistema, é necessário utilizar webmail válido e respectiva senha.

5.3. Cadastros, buscas e edições (CRUD)

Para que o sistema tenha seu uso diário sem restrições, é necessário que sejam pré-cadastrados os itens que serão indispensáveis ao processo de alocação de cargas. Estes itens são os cadastros CRUD do sistema, como usuário, tipo de veículo, tipo de produto, tipo de palete, etc.

As figuras deste tópico mostram telas e esboços das telas citadas (fase pré-desenvolvimento), projetados no software de prototipação Pencil. Além dos cadastros básicos (por exemplo, **Figura 22 - Tipo de Palete**, **Figura 23 – Modelo de Produto (protótipo)** e **Figura 24 - Modelo de Veículo (protótipo)**), também é necessário haver login do usuário.

Figura 20 - Tela de Login (protótipo)

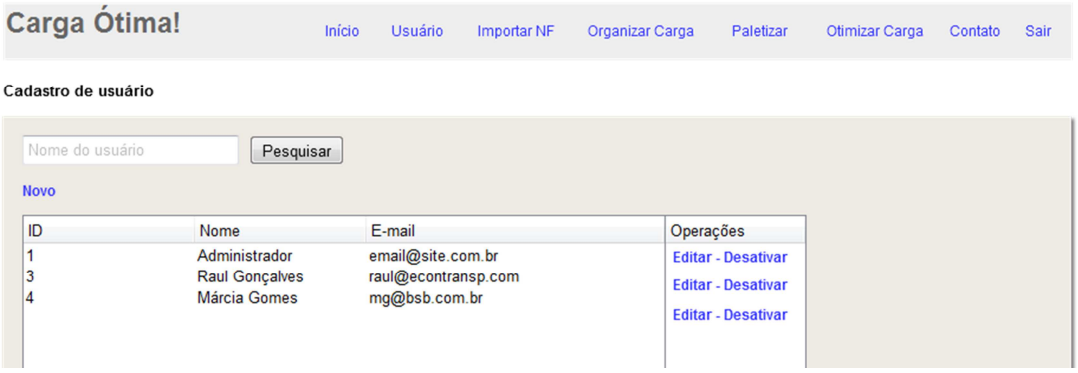


Figura 21 - Cadastro de usuário (protótipo)

Figura 22 - Tipo de Palete

Figura 23 – Modelo de Produto (protótipo)

Figura 24 - Modelo de Veículo (protótipo)

5.4. Uso de rotina do Sistema

Assim como explicado ao início do capítulo, o uso normal do sistema (pressupondo todos os pré-cadastros básicos realizados) se dá por:

- importação de NF-e;
- montagem da carga;

- distribuição em paletes;
- alocação nos veículos.

Estes passos são esmiuçados a seguir.

5.4.1. Importação de Nota Fiscal

O ambiente configurado para o software necessitará um servidor web para a aplicação PHP.

O operador do sistema utilizará a funcionalidade para importar XML's das NF-e, fazendo com que as mesmas sejam cadastradas no Banco de Dados do software.

Esta ação é fundamental no uso do software, pois possui as informações principais para os demais passos de utilização do mesmo. A funcionalidade foi desenvolvida para importação web, o que facilita seu uso e torna o procedimento mais amigável aos usuários em geral.

5.4.2. Organizar da carga

Todos os dados de NF-e disponíveis no sistema podem participar de cargas. Por exemplo: há sete notas disponíveis para envio no sistema, mas o operador seleciona quatro delas para montar uma carga.

Esta carga terá um ID, que unifica as notas selecionadas.

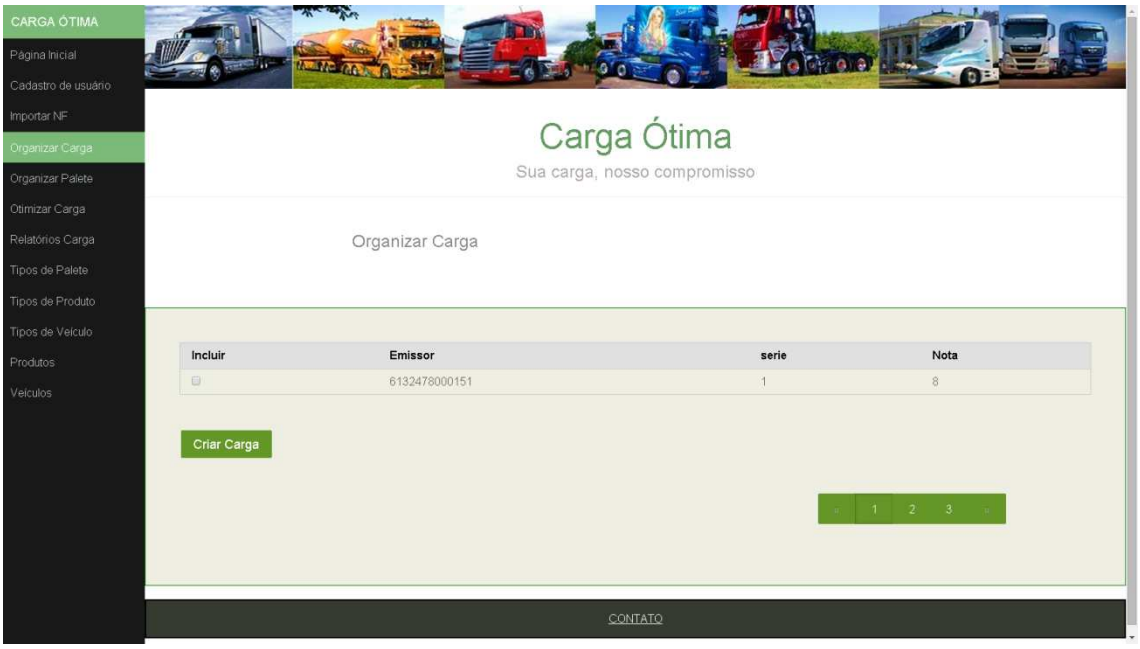


Figura 25 - Organizar Carga

5.4.3. Paletizar

A paletização é feita nas cargas. As cargas montadas são subdivididas em pallets, de acordo com a opção selecionada pelo operador (por produto, por NF-e ou por tipo de produto).

Assim, o sistema irá alocar todos os produtos de determinada carga em unidades de pallet (conforme cadastros dos mesmos).

Não existe cadastro de palete, apenas de tipo de palete. Isto ocorre pois o pallet é tratado como unidade dentro do sistema, com o intuito de distribuição destes em cargas.

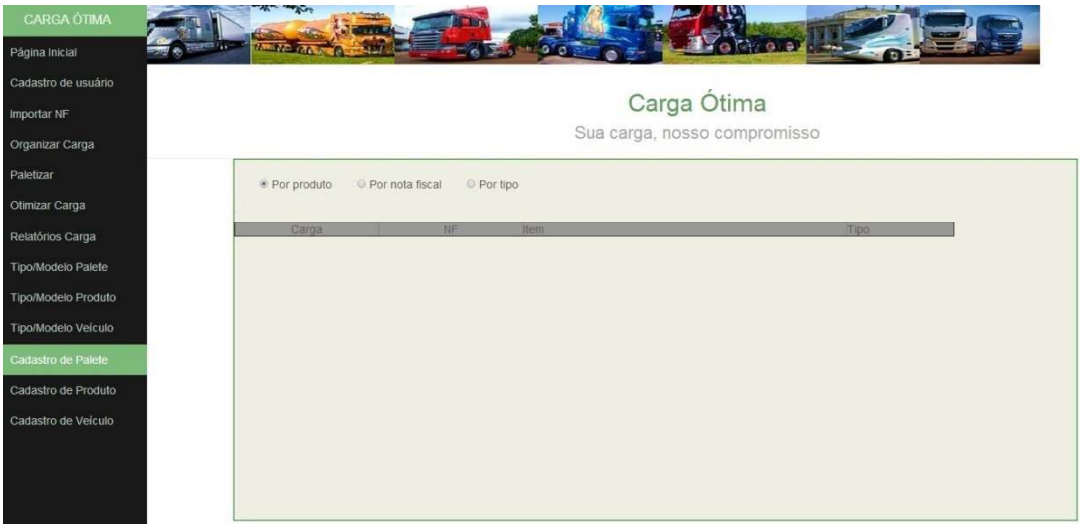


Figura 26 - Paletizar carga

5.4.4. Otimizar carga

Este é o ponto principal do sistema, que distribui os pallets da carga nos veículos selecionados. Só ocorre para cargas já paletizadas.

A funcionalidade foi desenvolvida para cálculos complexos via Algoritmos Genéticos. Funciona, grosso modo, alocando os pallets dentro dos veículos selecionados, de maneira que os primeiros veículos de carga sejam preenchidos com as melhores soluções do algoritmo, até que o último fique com o restante da carga.

Como importante ponto desta funcionalidade está a possibilidade de redução da necessidade de veículos para determinadas cargas.

5.4.4.1. O Algoritmo Genético de Alocação Otimizada das Cargas

Aqui há uma descrição mais detalhada de como foi construído o AG que aloca os pallets das cargas nos veículos de transporte. Aqui pode-se acompanhar a evolução do mesmo durante seu desenvolvimento.

No **primeiro modelo**, em linhas gerais, o objetivo consistia em como seria feita a avaliação do genético. Através desta modelagem, foi definida a forma em como se daria a transformação de gene em indicadores de distribuição.

Haja vista que a prioridade estava em encontrar o volume e o peso de cada produto, que deveria ser usado para preencher o veículo, optou-se por transformar o gene em um valor que representasse a porcentagem (%) da carga do veículo que cada produto utilizaria. O gene fora divido em quatro partes iguais e, cada uma delas, convertida para um número inteiro. Estes valores eram, portanto, transformados em porcentagem (%) e, através deles, calcular-se-ia quantas unidades de peso cada produto ocuparia do veículo.

Com o peso e a densidade, era calculado o volume utilizado por cada produto e, por fim, a função *fitness* avaliaria a diferença entra a soma dos volumes dos produtos e a capacidade volumétrica do veículo.

O que não estava sendo tratado nesse modelo, até então, seria o problema de quantidades disponíveis, dado que eram distribuídos apenas quatro produtos em um veículo; bem como não havia restrições sobre os produtos utilizados para preencher o veículo, e também não foram tratados os paletes como unidades inteiras, possibilitando assim soluções que o fracionavam (com "pedaços" dos paletes).

Segundo modelo: neste, o objetivo passou a tratar os produtos como unidades indivisíveis e com quantidades limitadas, no entanto, ainda para um veículo somente. Quanto aos resultados, uma nova maneira de avaliá-los foi implantada: para evitar que o genético gerasse indesejáveis soluções - que utilizassem mais produtos do que os disponíveis - ou, que utilizasse apenas um tipo de produto, foram criados os fatores de multiplicação e soma. Tais medidas foram aplicadas no cálculo do resultado final. O foco passava, portanto, a obter esses resultados mais próximos do ideal.

Modelo 3: devido à problematização de restringir-se a apenas um veículo, como propunha o segundo modelo, o objetivo passou a tratar o algoritmo para vários veículos. Para tal, utilizaram-se os produtos ainda não empregados nos veículos anteriores. Ajustaram-se também os valores da multiplicação e da soma para punir o uso de produtos que não estavam disponíveis e, ao invés de um valor fixo, foi utilizada a quantidade de produtos que excedia a disponibilidade recorrente.

Modelo 4: visou-se ajustar os problemas identificados ao alocar produtos com densidades muito distintas. Nesse contexto, foi elevada a punição para o uso de um número de produtos maior do que o disponível e a diferença de peso passou a ser considerada no cálculo do resultado. Outra modificação foi a das configurações de população, geração e tamanho do bit. Estas começaram a ser lidas de um arquivo próprio de configuração e, dessa forma, possibilitava-se que o usuário adaptasse as configurações conforme a sua necessidade e capacidade de processamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento do projeto a equipe observou a importância de discutir os requisitos do projeto. Tanto que, a ideia inicial migrou para outra, ainda que do mesmo ramo de negócio, bastante diferente.

Outro ponto importante analisado foi a necessidade de uma boa definição, tanto de escopo, como responsabilidades e prazos. No início do projeto, isto não estava muito bem delimitado, e o prazo para desenvolvimento acabou sendo encurtado por este motivo. O retrabalho é muito mais custoso que novas funcionalidades adicionadas ao projeto.

Contato com novas tecnologias e necessidade de aprendizado das mesmas traz outros aprendizados adicionais. Contudo, pode acarretar em atrasos, visto que muitas vezes a equipe como um todo pode não conhecer os novos conhecimentos trazidos.

O número de integrantes da equipe pareceu adequado na maior parte das situações, porém, em algumas delas faltou mais mão-de-obra. Exemplo: algumas pesquisas e atividades repetitivas poderiam ter sido encerradas com maior rapidez se houvesse mais estudantes no TCC.

O TCC como um todo foi bastante importante à formação, pois foram exercitadas na prática algumas atividades até então pouco exercidas na graduação ou até mesmo desconhecidas da equipe.

A orientação e co-orientação foram indispensáveis e agregaram muitos conhecimentos novos, ideias diferentes, além da possibilidade de trabalho com profissionais de maior experiência e capacidade apurada de análise.

Quanto às tecnologias utilizadas, principalmente os conceitos de Inteligência Artificial e Algoritmos Genéticos, foram muito benéficos. Em geral são conhecimentos de baixa adesão pelos profissionais da área, e que agregaram nova visão a todos da equipe. O mesmo ocorreu para todas as novas experiências administradas, como condução do projeto completo,

análises mais aprofundadas (de softwares concorrentes, importância da ferramenta), bem como reuniões de time e coleta de informações do cliente.

Quanto ao Sistema desenvolvido, seguem algumas sugestões de implementações futuras:

- logs de ações dos usuários;

- novo algoritmo para verificar veículos disponíveis;

- módulo de relatórios, módulo de gráficos;

- manutenção de status de todos os registros.

A equipe de projeto observou grande ganho de tempo na execução do sistema, item facilitador no dia-a-dia dos operadores que utilizarão a solução. Os Algoritmos Genéticos empregados no trabalho, apesar de demandarem maior tempo de desenvolvimento que uma programação considerada normal, agregam alto valor à ferramenta. Também observou-se que a configuração das variáveis de população e gerações do projeto são muito importantes e influenciam fortemente no uso do software. É também interessante que se faça a bateria de testes no algoritmo de acordo com sua utilidade, visto que em certos intervalos de valores o código passa a perder eficiência, em relação ao tempo de execução.

De modo geral, o projeto foi bastante proveitoso à equipe em todos os sentidos. Comunicação, técnicas de aprendizado, trabalho de equipe, resiliência e superação foram características mais marcantes do período.

REFERÊNCIAS

AGILEWAY. **Incremental vs Interativo**. Disponível em <http://www.agileway.com.br/2009/08/18/incremental-vs-iterativo>. Acesso em 05/07/2014

BARROS, Fábio. **Mercado de software nacional vai crescer 400% em 10 anos**. Disponível em <http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=32006&sid=5#.U7YWMPldWyo>. Acesso em: 30/06/2014

BORGE, Dan. **The book of risk**. Ed. John Wiley & Sons Inc. 2001.

BRITO Jr, Álvaro Francisco; FERES Jr, Nazir. **A utilização técnica da entrevista em trabalhos técnicos**. Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais. 9. ed. Araxá, MG: UNIARAXÁ, 2013.

BSOFT. **Bsoft Sistemas**. Disponível em < http://www.bsoft.com.br>. Acesso em: 05/07/2014

COELHO, Leandro C. **Tipos de caminhões (tamanhos e capacidades)**. Disponível em < http://www.logisticadescomplicada.com/tipos-de-caminhoes-tamanhos-e-capacidades>. 28/11/2010

DNIT. **Transporte Rodoviário do Brasil**. Disponível em <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/rodo.html>. Acesso em: 01/07/2014

ELDORADO. **Eldorado Indústrias Plásticas LTDA**. Disponível em <http://www.plasticoseldorado.com.br/ >. Acesso em: 05/07/2014

E-PRATICO. **E-pratico Softwares de Negócios**. Disponível em <http://www.epratico.com.br/software_transportadora.asp>. Acesso em: 05/07/2014

GOLDBERG, D. **Genetic algorithms in optimization, search and machine learning**. Addison Wesley, 1989.

GREFENSTETTE, J. **A User's Guide to Genesis**. Washington: Navy Center for Applied Research In Artificial Intelligence, 1993.

GUIA DO TRANSPORTADOR. **Ranking das maiores empresas de transporte rodoviário de cargas**. Disponível em <http://www.guiadotrc.com.br/mercado/ranking_transportadoras2010.asp>. Acesso em: 30/07/2014

GUIA DO TRANSPORTADOR. **Tipos de veículos e suas capacidades de carga**. Disponível em <http://www.guiadotrc.com.br/guiadotransportador/veiculos_carga.asp>. Acesso em: 30/07/2014

IG. **Nota fiscal eletrônica vira obrigatória no País a partir de hoje**. Disponível em <http://economia.ig.com.br/nota-fiscal-eletronica-vira-obrigatoria-no-pais-a-partir-de-hoje/n1237844091687.html>. Acesso em 04/07/2014

INTERLOG. **Transporte rodoviário de cargas fracionadas no Brasil, um mercado altamente promissor**. Disponível em <http://www.totalexpress.com.br/clipping_detalhes.php?id=249>. Acesso em: 28/06/2014

KIOSKEA. **Introdução ao diagrama de Gantt**. Disponível em < http://pt.kioskea.net/contents/581-diagrama-de-gantt>. Acesso em: 06/07/2014

MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS. **Tipos de Pallets para manuseio de cargas**. Disponível em <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/3912-diferentes-tipos-de-paletes >. Acesso em: 05/07/2014

MARTINEZ, Marina. **RUP**. Disponível em < http://www.infoescola.com/engenharia-de-software/rup>. Acesso em: 05/07/2014

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Nota Fiscal Eletrônica**. Disponível em ,http://www.nfe.fazenda.gov.br/>. Acesso em: 04/07/2014

MOYSES, Juarez Santos. **Nota Fiscal Eletrônica: obrigação ou tendência?** Disponível em <http://www.senior.com.br/nota-fiscal-eletronica-obrigacao-ou-tendencia/>. Acesso em: 02/07/2014

NEM PALLETS. **Nem Pallets**. Disponível em <http://nempallet.blogspot.com.br>. Acesso em: 05/07/2014

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NOVAES, Nathália M. R. **Interativo e incremental, já ouviu falar?** Disponível em < http://startqualityup.blogspot.com.br/2013/07/iterativo-e-incremental-ja-ouviu-falar.html>. 15/07/2013

OPINA DE TI. **¿Utilizas algún método de gestión de actividades para mejorar tu productividad personal?** Disponível em < http://opinadeti.wordpress.com>. Acesso em 05/07/2014

PRESSMAN, Roger S. **Software Engineering**. 6. ed. 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBoK)**. 4. ed. PMI Standard – ANSI, 2008.

RENASOFT. **Renasoft Sistemas Para Computadores**. Disponível em <http://www.renasoft.com.br/softwares/transportadora-5-pro>. Acesso em: 05/07/2014

SECRETARIA DO ESTADO DE FAZENDA – MG (SEFA-MG). **Nota Fiscal Eletrônica**. Disponível em <http://portalnfe.fazenda.mg.gov.br/respostas_III.html>. Acesso em: 04/07/2014

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9. ed. Pearson Education, 2011.

VARGAS, Robson. A **importância da gestão do transporte viário**. Disponível em http://www.administradores.com.br/artigos/marketing/a-importancia-da-gestao-do-transporte-rodoviario/24814. Acesso em 02/07/2014

VECINA, Gonzalo; REINHARDT, Wilson. **Gestão de Recursos Materiais e de Medicamentos**. 1. ed. São Paulo: Editora Fundação Petrópolis, 1998.

WIKIPEDIA. **Palete**. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Palete>. Acesso em: 05/07/2014

ZIBORDI. **Zibordi Sistemas – Softwares Personalizados**. Disponível em <http://zibordisistemas.blogspot.com.br>. Acesso em: 05/07/2014

APÊNDICES

Apêndice A – Especificação dos Casos de Uso

UC001	LOGIN

Descrição: este caso de uso descreve o acesso do usuário ao sistema

DV001.1 – Tela de login do sistema

DV001.2 – Tela de login do sistema (continuação)

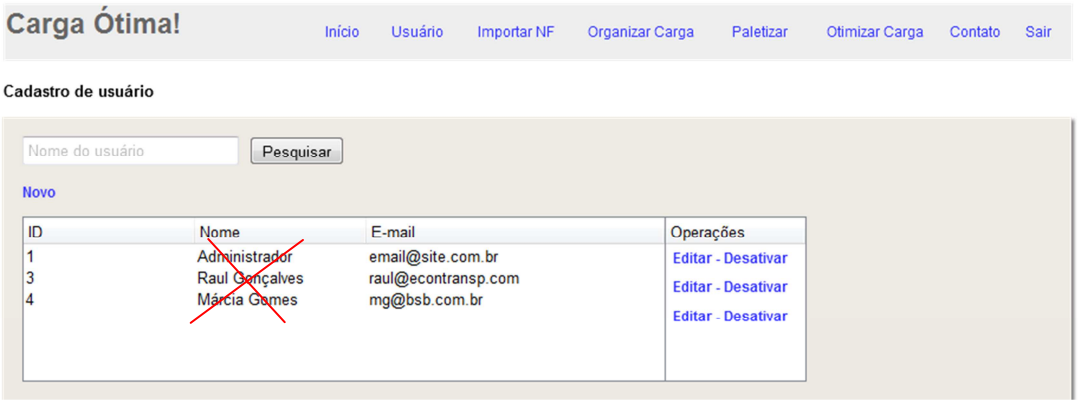
Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se: 1. O operador acessar o sistema por navegador web
Pós-condições: Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve: 1. Logar o operador
Ator primário: Operador
Fluxo de eventos principal: 1. O sistema apresenta a tela DV001.1 2. O operador preenche o campo e-mail (R1) 3. O operador preenche o campo password 4. O operador clica no botão Entrar 5. O sistema valida as informações preenchidas (E1) 6. O sistema efetua o login do operador com sucesso 7. O sistema carrega a tela interna principal de menu
Fluxos alternativos:
Fluxos de exceção: E1: Usuário e/ou senha incorretos, ou em branco 1. O sistema apresenta mensagem de usuário e/ou senha incorretos 2. O operador clica em OK 3. O sistema limpa os campos de login e senha 4. O operador volta ao fluxo principal
Regras de negócio: R1. Campo login só aceita endereço de e-mail

UC002	Manter Usuário

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro de usuários do sistema.

DV002.1 – Tela de Cadastro de Usuário (protótipo)



Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001) para fazer o cadastro

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Efetuar o cadastro do usuário

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador preenche um e-mail válido (R1) (A1)
2. O operador preenche uma senha (R2)
3. O operador clica no botão Cadastrar (E1)
4. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado

Fluxos alternativos:

A1: Editar usuário

1. O operador clica em um usuário já cadastrado
2. O sistema preenche os dados do usuário nos respectivos campos
3. O operador edita a senha (R2)
4. O operador clica em cadastrar (E1)
5. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado

Fluxos de exceção:

E1: E-mail inválido 1. O sistema apresenta mensagem alerta de endereço e/ou senha inválido(s) 2. O operador volta ao fluxo principal
Regras de negócio: R1. O login deve ser com máscara de e-mail válida R2. Senha não pode ser espaço " " nem em branco

UC003	Manter Tipo de Produto

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro e manutenção de tipos de produtos no sistema.

DV003.1 – Tipos de produtos

DV003.2 – Tipos de produtos

DV003.3 – Tipos de produtos

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Cadastrar ou editar o tipo de produto

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador preenche o nome do tipo de produto
2. O operador clica em Novo Cadastro (R1) (A1)
3. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado

Fluxos alternativos:

A1:

1. O operador clica em Editar, de um registro preexistente
2. O operador edita a descrição
3. O operador clica em Salvar (E1) (R1)
4. O sistema exibe mensagem de cadastro realizado

Fluxos de exceção:

E1: Descrição inválida

1. O sistema exibe mensagem de descrição inválida
2. O operador volta ao fluxo principal

Regras de negócio:

R1. O tipo de produto não pode ter valor em branco ou apenas espaço

UC004	Manter Produto

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro e manutenção de produtos no sistema.

DV004.1 – Tela de Cadastro de Produto

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador tiver efetuado o login (UC001)
2. Houver cadastro de tipo de produto (UC003)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Cadastrar um produto

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador preenche a descrição
2. O operador preenche o código EAN
3. O operador seleciona o tipo de produto
4. O operador preenche as dimensões (peso, largura, altura, comprimento) (R1)
5. O operador clica em Salvar
6. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado (E1)

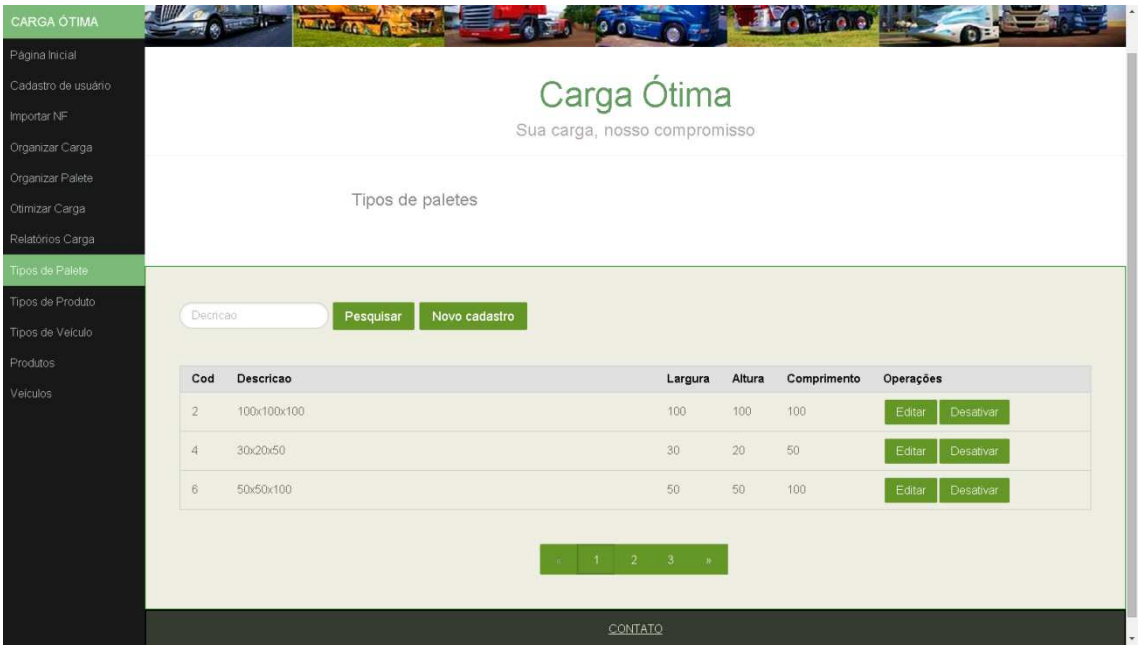
Fluxos alternativos:

Fluxos de exceção: E1: Campo(s) inválido(s) ou não preenchido(s) 1. O sistema exibe mensagem de campo não preenchido ou selecionado
Regras de negócio: R1. Os campos de dimensões devem ser numéricos

UC005	Manter Tipo de Palete

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro de manutenção de tipos de paletes no sistema.

DV005.1 – Tipos de paletes



DV005.2 – Tipos de paletes

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)

Pós-condições:

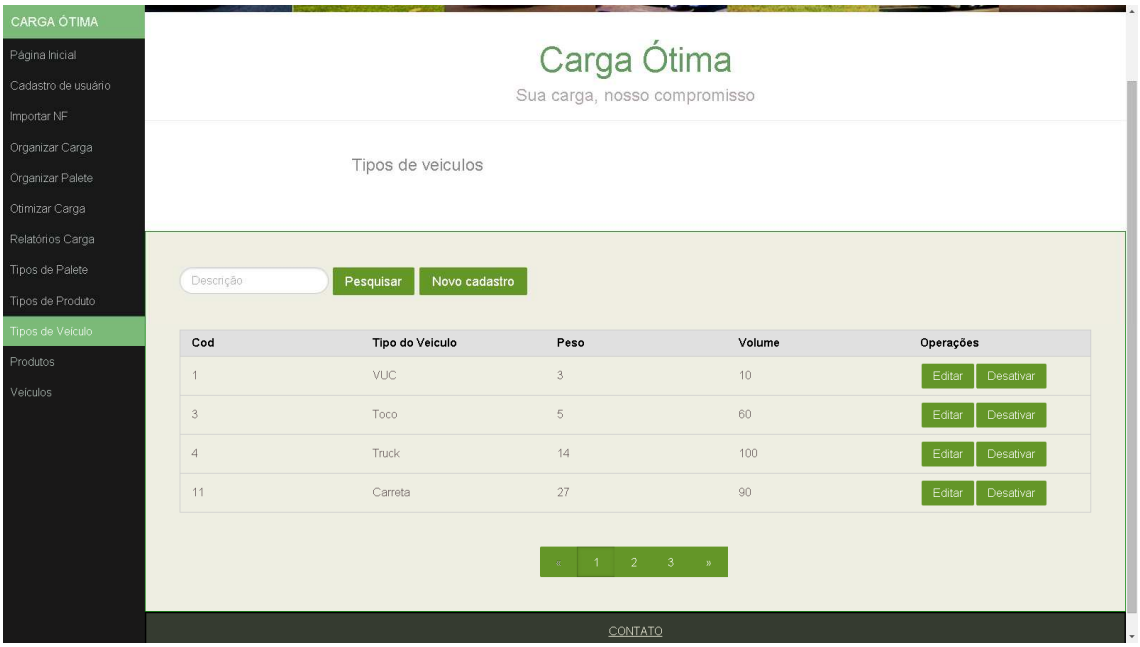
Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Cadastrar o tipo de palete
Ator primário: Operador
Fluxo de eventos principal: 1. O operador clica em Novo Cadastro 2. O sistema apresenta a tela cadastral 3. O operador preenche a descrição 4. O operador preenche as dimensões (largura, altura, comprimento) 5. O operador clica em Salvar (E1) 6. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado
Fluxos alternativos:
Fluxos de exceção: E1. Campo(s) inválido(s) ou não preenchido(s) 1. O sistema apresenta mensagem de campo inválido 2. O operador volta ao fluxo principal
Regras de negócio: R1. Os campos de dimensões devem ser numéricos

UC006	Manter Tipo de Veículo

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro e manutenção de tipos de veículos no sistema.

DV006.1 – Tipos de veículos



DV006.2 – Tipos de veículos

DV006.3 – Tipos de veículos

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Cadastrar um tipo de veículo

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador clica em Novo Cadastro
2. O sistema apresenta a tela cadastral
3. O operador preenche a descrição
4. O operador preenche peso e volume máximos (R1)
5. O operador clica em salvar (E1)
6. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado

Fluxos alternativos:

Fluxos de exceção:

E1: Campo inválido

1. O sistema apresenta mensagem de campo inválido
2. O operador volta ao fluxo principal

Regras de negócio:

R1. Os campos de peso e volume devem ser numéricos

UC007	Manter Veículo

Descrição: este caso de uso descreve o cadastro e manutenção de veículos no sistema.

DV007.1 – Tela de Cadastro de Veículo

DV007.2 – Tela de Edição de Veículo

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)
2. Houver cadastro de tipo de veículo (UC006)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Cadastrar veículo

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador seleciona o tipo de veículo (A1)
2. O operador preenche a placa (R1)

3. O operador clica em Salvar (E1) 4. O sistema apresenta mensagem de cadastro realizado
Fluxos alternativos: A1: Edição de cadastro 1. O operador clica em um registro de placa 2. O sistema apresenta tela de edição com os dados selecionados 3. O operador edita placa e tipo de veículo (R1) 4. O operador clica em salvar 5. O sistema exibe mensagem de cadastro realizado
Fluxos de exceção: E1: Campo inválido 1. O sistema apresenta mensagem de campo inválido ou não informado 2. O operador volta ao fluxo principal
Regras de negócio: R1. A placa deve ter pelo menos 7 caracteres

UC008	Importar Nota Fiscal

Descrição: este caso de uso descreve a importação de Notas Fiscais eletrônicas para o sistema.

DV008.1 – Tela de Importação de Nota Fiscal Eletrônica

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Importar NF-e

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador clica no campo de diretório
2. O operador seleciona o arquivo xml desejado
3. O operador clica em importar (E1) (R1)
4. O sistema apresenta mensagem de arquivo importado

Fluxos alternativos:

Fluxos de exceção:

E1: Arquivo inválido

1. O sistema apresenta mensagem de arquivo inválido
2. O operador volta ao fluxo principal

Regras de negócio:

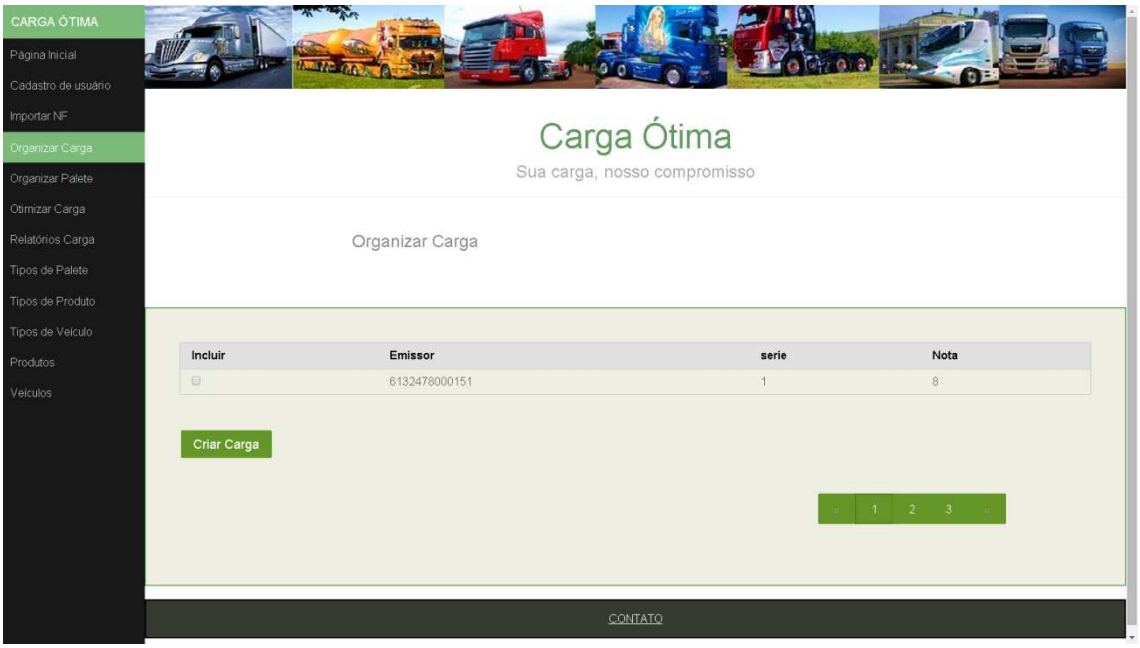
R1. O arquivo importado deve ter extensão XML

UC009	ORGANIZAR CARGA

Descrição: este caso de uso monta uma carga com produtos das notas fiscais importadas.

DV009.1 – Tela de Organização de Cargas (protótipo)

DV009.2 – Tela de Organização de Cargas



DV009.3 – Tela de Organização de Cargas

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)
2. Houver nota fiscal importada (UC008)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Criação de carga com dados de pelo menos uma nota fiscal

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador seleciona as checkboxes desejadas (referentes a NFe's)
2. O operador clica em Criar Carga (E1)
3. O sistema apresenta mensagem de Carga criada

Fluxos alternativos:

Fluxos de exceção:

E1: NFe não selecionada

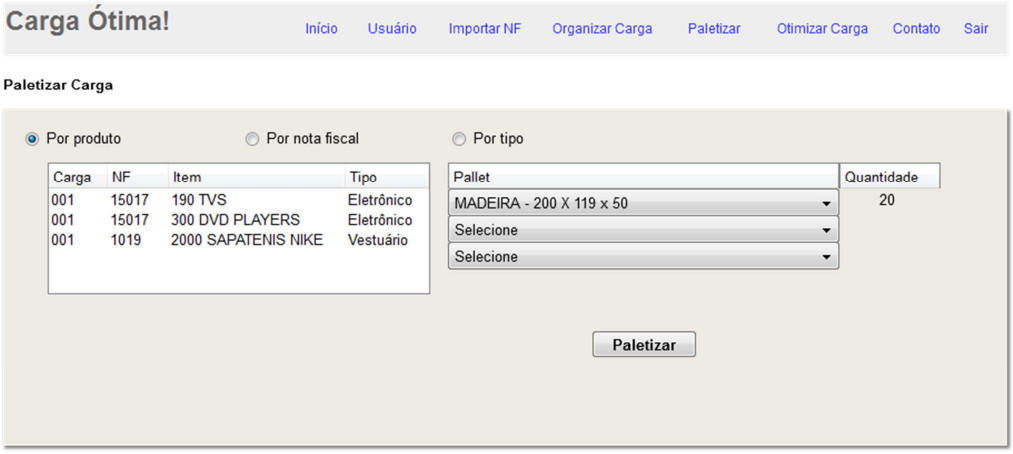
1. O sistema apresenta mensagem de nenhuma nota fiscal selecionada

Regras de negócio:

UC010	PALETIZAR CARGA (Organizar Paletes)

Descrição: este caso de uso serve para paletizar/unitizar as cargas montadas com as notas fiscais.

DV010.1 – Tela de paletização de carga (protótipo inicial)



DV010.2 – Tela de paletização de carga

DV010.3 – Tela de paletização de carga

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)
2. Houver cargas cadastradas (UC009)

Pós-condições:

Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve:

1. Paletizar a carga (distribuir em paletes)

Ator primário:

Operador

Fluxo de eventos principal:

1. O operador seleciona uma carga
2. O operador clica em listar
3. O sistema apresenta a listagem de produtos referentes àquela carga
4. O operador seleciona o tipo de palete
5. O operador clica em armazenar
6. O sistema exibe mensagem de carga paletizada

Fluxos alternativos:

Fluxos de exceção:

E1: Campo inválido

1. O sistema apresenta mensagem de campo inválido ou não informado
2. O operador volta ao fluxo principal

Regras de negócio:

UC011	OTIMIZAR CARGA

Descrição: este caso de uso serve para alocar de forma otimizada os pallets nos veículos

DV011.1 – Tela de Otimização da carga (protótipo)

DV011.2 – Tela de Otimização da carga

Pré-condições:

Este caso de uso pode iniciar somente se:

1. O operador estiver logado (UC001)
2. Houver carga paletizada (UC010)

Pós-condições: Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve: 1. Alocar os produtos em veículos cadastrados
Ator primário: Operador
Fluxo de eventos principal: 1. O operador seleciona a carga desejada 2. O operador seleciona o diretório desejado para exportação (R1) 3. O operador clica em exportar 4. O sistema chama o UC012 5. O UC012 devolve os dados de veículos e produtos alocados 6. O sistema exporta arquivos de produtos e veículos no diretório que foi previamente selecionado (E2) 7. O sistema exibe mensagem de exportação realizada 8. O operador seleciona os arquivos-resultado (R1) 9. O operador clica em importar (E1) 10. O sistema grava os dados 11. O sistema exibe mensagem de importação realizada
Fluxos alternativos:
Fluxos de exceção: E1: Arquivo inválido 1. O sistema exibe mensagem de arquivo inválido E2: Diretório inválido 1. O sistema exibe mensagem de diretório inválido ou não selecionado
Regras de negócio: R1. Os diretórios selecionados devem ser acessíveis ao operador

UC012	ALGORITMO GENÉTICO
Descrição: este caso de uso serve realizar a alocação otimizada de cargas em veículos cadastrados do sistema	
DV - não se aplica	
Pré-condições: Este caso de uso pode iniciar somente se: 1. O operador estiver logado (UC001) 2. Houver carga paletizada (UC010)	
Pós-condições: Após o fim normal deste caso de uso, o sistema deve: 1. Devolver os dados de alocação ao UC011	
Ator primário: Operador	
Fluxo de eventos principal: 1. Este caso de uso é atípico, por ser muito complexo, portanto não será descrito aqui (há tópico específico para tal)	
Fluxos alternativos: não se aplica	
Fluxos de exceção: não se aplica	
Regras de negócio: descrição no tópico específico	

Apêndice B – Diagramas de Sequência

Neste apêndice do trabalho constam os principais diagramas de sequência do mesmo.

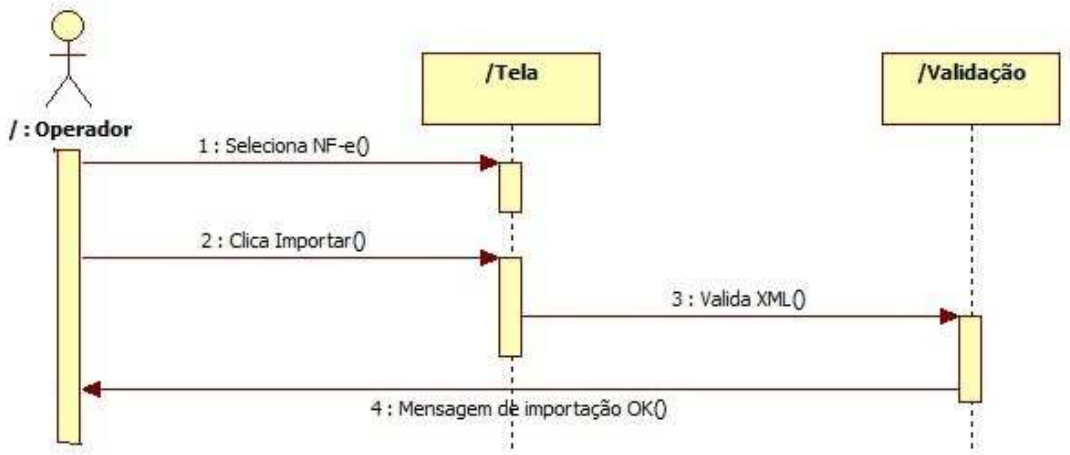


Figura 27 - Diagrama de Sequência - Importar Nota Fiscal

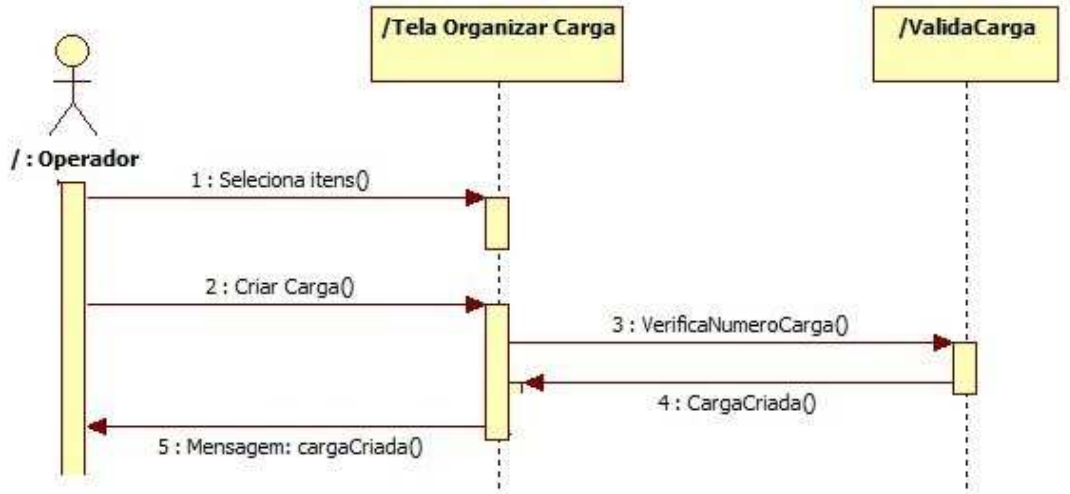


Figura 28 - Diagrama de Sequência - Organizar Carga

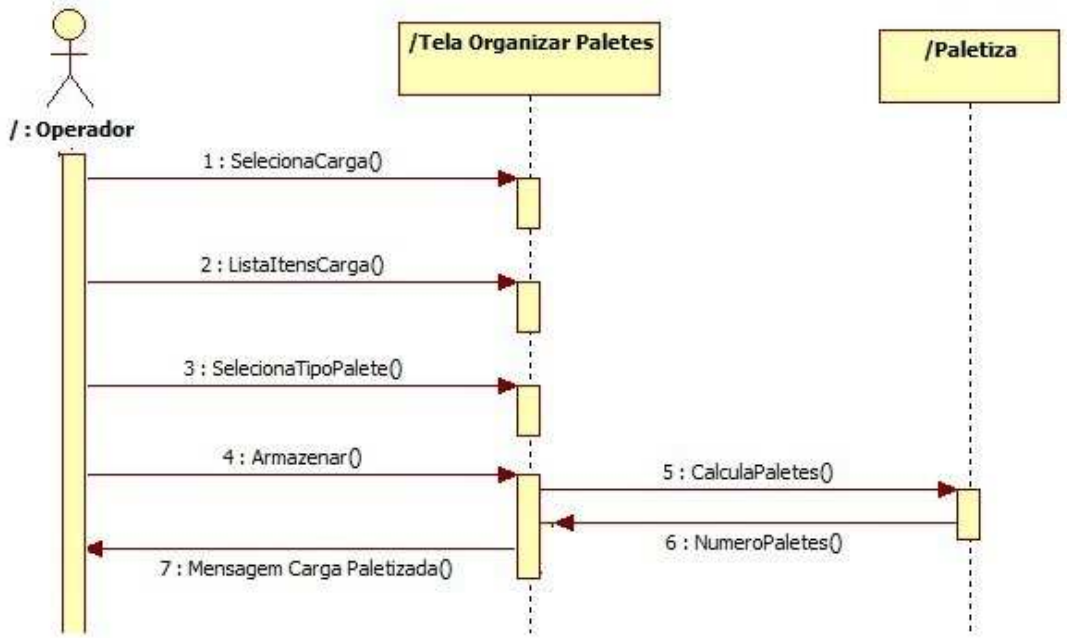


Figura 29 - Diagrama de Sequência - Organizar Paletes

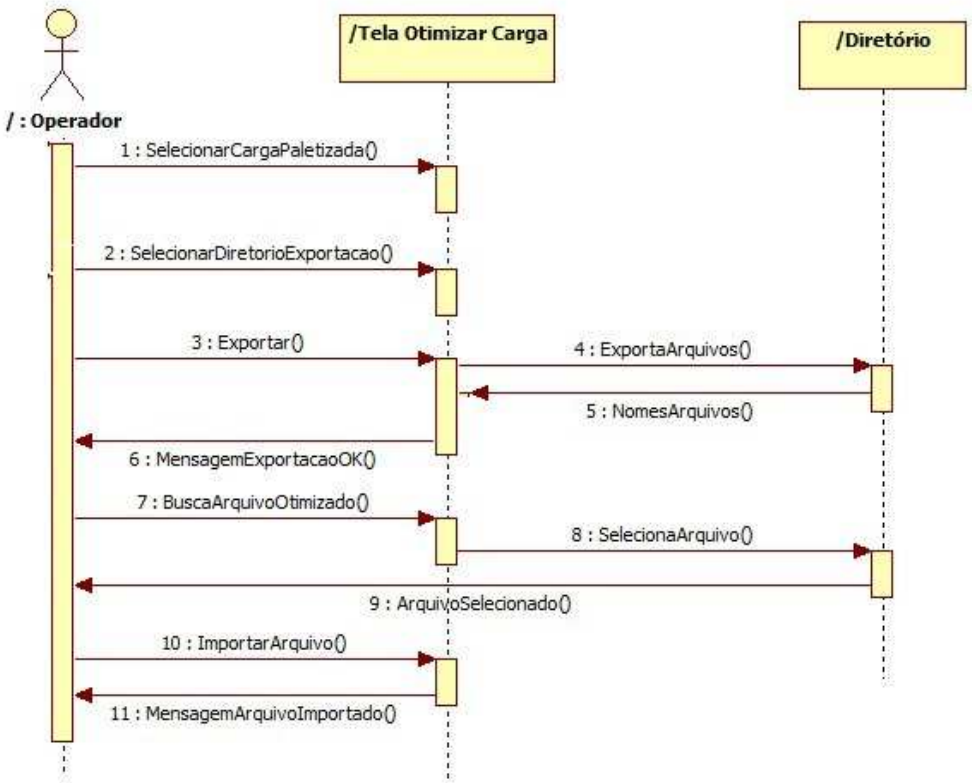


Figura 30 - Diagrama de Sequência - Otimizar Carga

Apêndice C – Modelo Físico do Banco de Dados

```
-- phpMyAdmin SQL Dump

-- version 3.3.9

-- http://www.phpmyadmin.net

--

-- Servidor: localhost

-- Tempo de Geração: Nov 26, 2014 as 11:17 AM

-- Versão do Servidor: 5.5.8

-- Versão do PHP: 5.3.5

SET SQL_MODE="NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";

/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;

/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;

/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */;

/*!40101 SET NAMES utf8 */;

--

-- Banco de Dados: `cargaotima`

--

CREATE DATABASE `cargaotima` DEFAULT CHARACTER SET latin1 COLLATE latin1_swedish_ci;

USE `cargaotima`;

-- --------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `endereco`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `endereco` (

  `cEndereco` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  `ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '1',

  `CEP` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `numero` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  PRIMARY KEY (`cEndereco`)
```

```
) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `itemnota`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `itemnota` (

  `nnota` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  `serie` varchar(3) NOT NULL DEFAULT '',

  `cnpjemit` bigint(14) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cEAN` bigint(13) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `sequencia` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `quantidade` float NOT NULL DEFAULT '0',

  PRIMARY KEY (`nnota`,`serie`,`cnpjemit`,`sequencia`),

  KEY `FK_itemnota_produto` (`cEAN`)

) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `itempalete`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `itempalete` (

  `cPalete` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `nNota` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `serie` varchar(3) NOT NULL DEFAULT '0',

  `cnpjemit` bigint(20) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `sequencia` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `quantidade` float NOT NULL DEFAULT '0',

  PRIMARY KEY (`cPalete`,`nNota`,`serie`,`cnpjemit`,`sequencia`),

  KEY `FK_itempalete_itemnota` (`nNota`,`serie`,`cnpjemit`,`sequencia`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------------------------------------
```

```
--

-- Estrutura da tabela `nota`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `nota` (

  `nNota` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  `serie` varchar(3) NOT NULL DEFAULT '',

  `cnpjEmit` bigint(14) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cEnderecoRetirada` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cEnderecoEntrega` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cCarga` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  PRIMARY KEY (`nNota`,`serie`,`cnpjEmit`),

  KEY `FK_nota_EnderecoEntrega` (`cEnderecoEntrega`),

  KEY `FK_nota_EnderecoRetirada` (`cEnderecoRetirada`) USING BTREE

) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- --------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `palete`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `palete` (

  `cPalete` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  `cTipoPalete` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `ativo` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '1',

  PRIMARY KEY (`cPalete`),

  KEY `FK_palete_tipoPalete` (`cTipoPalete`)

) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- --------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `produto`

--
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `produto` (
  `cEAN` bigint(13) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  `xProduto` varchar(50) NOT NULL,
  `peso` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `largura` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `altura` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `comprimento` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `cTipoProduto` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  `ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '1',
  PRIMARY KEY (`cEAN`),
  KEY `FK_produto_tipo` (`cTipoProduto`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
-- ------------------------------------------------------
--
-- Estrutura da tabela `produtocompativel`
--
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `produtocompativel` (
  `cTipoProduto` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  `cTipoProdutoCompativel` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`cTipoProduto`,`cTipoProdutoCompativel`),
  KEY `FK_produtoCompativel_produto2` (`cTipoProdutoCompativel`) USING BTREE
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
-- ------------------------------------------------------
--
-- Estrutura da tabela `tipopalete`
--
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tipopalete` (
  `cTipoPalete` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `largura` float NOT NULL,
  `altura` float NOT NULL,
```

```
  `comprimento` float NOT NULL DEFAULT '0',
  `xTipoPalete` varchar(20) NOT NULL DEFAULT '',
  `ativo` int(11) NOT NULL DEFAULT '1',
  PRIMARY KEY (`cTipoPalete`)
) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;
-- ----------------------------------------------------------
-- Estrutura da tabela `tipoproduto`
--
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tipoproduto` (
  `cTipoProduto` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `xTipoProduto` varchar(20) NOT NULL DEFAULT '',
  `ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '1',
  PRIMARY KEY (`cTipoProduto`)
) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;
-- ----------------------------------------------------------
-- Estrutura da tabela `tipoveiculo`
--
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tipoveiculo` (
  `cTipoVeiculo` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `xTipoVeiculo` varchar(20) DEFAULT NULL,
  `pesoMaximo` float DEFAULT NULL,
  `volumeMaximo` float DEFAULT NULL,
  `ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`cTipoVeiculo`)
) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;
-- ----------------------------------------------------------
--
-- Estrutura da tabela `usuario`
--
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `usuario` (
```

```
  `cUsuario` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  `email` varchar(50) NOT NULL,

  `senha` varchar(32) NOT NULL,

  `permissao` varchar(10) NOT NULL DEFAULT 'usuario',

  `xUsuario` varchar(50) NOT NULL,

  `ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  PRIMARY KEY (`cUsuario`)

) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------------------------------------

--

-- Estrutura da tabela `veiculo`

--

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `veiculo` (

  `placa` varchar(7) NOT NULL DEFAULT '',

  `Ativo` tinyint(1) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cTipoVeiculo` int(10) unsigned NOT NULL DEFAULT '0',

  `cVeiculo` int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,

  PRIMARY KEY (`cVeiculo`),

  UNIQUE KEY `placa` (`placa`),

  KEY `FK_veiculo_tipoVeiculo` (`cTipoVeiculo`)

) ENGINE=InnoDB  DEFAULT CHARSET=latin1;

-- ----------------------------------------------------------

--

-- Restrições para as tabelas

--

-- Restrições para a tabela `itemnota`

--

ALTER TABLE `itemnota`

  ADD CONSTRAINT `FK_itemnota_nota` FOREIGN KEY (`nnota`, `serie`, `cnpjemit`) REFERENCES `nota` (`nNota`,
`Serie`, `cnpjEmit`),
```

```
  ADD CONSTRAINT `FK_itemnota_produto` FOREIGN KEY (`cEAN`) REFERENCES `produto` (`cEAN`);

--

-- Restrições para a tabela `itempalete`

--

ALTER TABLE `itempalete`

  ADD CONSTRAINT `FK_itempalete_itemnota` FOREIGN KEY (`nNota`, `serie`, `cnpjemit`, `sequencia`)
REFERENCES `itemnota` (`nnota`, `serie`, `cnpjemit`, `sequencia`),

  ADD CONSTRAINT `FK_itempalete_palete` FOREIGN KEY (`cPalete`) REFERENCES `palete` (`cPalete`);

--

-- Restrições para a tabela `nota`

--

ALTER TABLE `nota`

  ADD CONSTRAINT `FK_nota_EnderecoEntrega` FOREIGN KEY (`cEnderecoEntrega`) REFERENCES `endereco`
(`cEndereco`),

  ADD CONSTRAINT `FK_nota_EnderecoRetirada` FOREIGN KEY (`cEnderecoRetirada`) REFERENCES `endereco`
(`cEndereco`);

--

-- Restrições para a tabela `palete`

--

ALTER TABLE `palete`

  ADD CONSTRAINT `FK_palete_tipoPalete` FOREIGN KEY (`cTipoPalete`) REFERENCES `tipopalete`
(`cTipoPalete`);

--

-- Restrições para a tabela `produto`

--

ALTER TABLE `produto`

  ADD CONSTRAINT `FK_produto_tipo` FOREIGN KEY (`cTipoProduto`) REFERENCES `tipoproduto` (`cTipoProduto`)
ON UPDATE CASCADE;

--

-- Restrições para a tabela `produtocompativel`

--

ALTER TABLE `produtocompativel`
```

```
  ADD CONSTRAINT `FK_produtocompativel_TipoProduto` FOREIGN KEY (`cTipoProduto`) REFERENCES
`tipoproduto` (`cTipoProduto`),

  ADD CONSTRAINT `FK_produtocompativel_TipoProduto2` FOREIGN KEY (`cTipoProdutoCompativel`)
REFERENCES `tipoproduto` (`cTipoProduto`);

--

-- Restrições para a tabela `veiculo`

--

ALTER TABLE `veiculo`

  ADD CONSTRAINT `FK_veiculo_tipoVeiculo` FOREIGN KEY (`cTipoVeiculo`) REFERENCES `tipoveiculo`
(`cTipoVeiculo`);
```

Apêndice D – Matriz de Riscos do Projeto

Tabela 7 - Matriz de Riscos do Projeto

Nº	Risco	Descrição do impacto	Monitoramento	Ação Preventiva	Ação Corretiva	Probabilidade	Impacto	Criticidade (prob x impacto)
1	Indisponibilidade de orientação	Atraso e/ou paralisação de atividades	Semanal, antevendo possíveis reuniões	Verificar agenda previamente	Reagendamento de reuniões	2	1	2
2	Indisponibilidade de integrante da equipe	Atraso de atividades	Semanal, verificando impacto em demais atividades	Verificar agenda previamente	Readequação de atividades	2	1	2
3	Cliente indisponível	Atraso de atividades	-	Verificar previamente necessidade de contato	Reordenar atividades	1	1	1
4	Atraso de atividade	Atraso e/ou paralisação de demais atividades	Semanal, por e-mails, chat	Redistribuição de atividades. Auxílio de demais stakeholders. Reuniões presenciais.	Redistribuição de atividades. Auxílio de demais stakeholders. Reuniões presenciais.	2	2	4
5	Alteração de requisitos	Retrabalho, revisão de escopo	Revisão esporádica		Incremento ou revisão completa no projeto (todas as fases do ciclo de vida)	2	3	6
6	Inserção de requisitos	Readequação de atividades	Revisão esporádica		Incremento ou revisão completa no projeto (todas as fases do ciclo de vida)	2	2	4
7	Desligamento de integrante da equipe	Sobrecarga de atividades	Por demanda		Redistribuição de atividades	1	3	3
8	Falha de comunicação	Inconsistências no projeto. Retrabalho para acertos	E-mails, reuniões frequentes	E-mails, reuniões frequentes	Redefinir meios de comunicação	1	2	2
9	Greve UFPR	Falta de orientação	-	-	Readequação de atividades até reestabelecimento das aulas	1	2	2
		Aumento do prazo de entrega	-	-	Possibilidade de revisão e melhorias (impacto benéfico)	1	1	1
10	Falta de conhecimento de softwares e/ou processos	Atraso de atividades	Revisão esporádica	-	Treinamentos, estudos	2	2	4
11	Dificuldade de reunir equipe	Atraso de atividades, desencontro de informações, dificuldade de entendimento de informações	Semanal, antevendo possíveis reuniões	Verificar agenda previamente	Reagendamento de reuniões, reuniões por chat ou acesso remoto, contato telefônico	2	1	2
12	Atraso da conclusão do projeto	Atraso no encerramento do curso	-	Horários adicionais	Rematrícula, continuação das atividades	2	3	6

ANEXOS

Tabela 8 - Classificação completa de Veículos de Carga

Marca	Modelo	PBT legal (kg)	Tara (kg)	CMT (kg)	CLASSIFICAÇÃO
Agrale	6000 E- MEC	6100	2700	9000	Caminhão semi-leve
Ford	F-350 EUROMEC	4500	2390	5700	Caminhão semi-leve
Ford	F-350 CD EUROMEC	4500	2680	5700	Caminhão semi-leve
HYUNDAI	HD/LD	3400	1590 / 1640	6000	Caminhão semi-leve
KIA	BONGO K 2500	3392	1615 / 1691	5000	Caminhão semi-leve
KIA	BONGO K 2700	3250	1568 / 1588	5000	Caminhão semi-leve
IVECO	DAILY 35 S 14	3500	2020 / 2030 / 2045	6500	Caminhão semi-leve
IVECO	DAILY 40 S 14	4000	2110 / 2275	7000	Caminhão semi-leve
IVECO	DAILY 55 S 16	5300	2110 / 2275	8000	Caminhão semi-leve
MB	313 CDI	3550	1675	5000	Caminhão semi-leve
MB	413 CDI	4600	1860 / 1905	6600	Caminhão semi-leve
Renault	Master	3500	1624	nd	Caminhão semi-leve
Volks	5-140 E Delivery	5500	2478 / 2491	8000	Caminhão semi-leve
Agrale	8500 E-MEC	8000	2750	11000	Caminhão leve
Agrale	8500 E-TRONIC	8000	3050	11000	Caminhão leve
Agrale	9200 E-TRONIC	9200	3100	11800	Caminhão leve
Ford	F4000 / F4000 4x4	6800	3025	10400	Caminhão leve
Ford	CARGO 815E	8250	3150 / 3170	11000	Caminhão leve
Ford	CARGO 712	7700	3050 / 3170	10500	Caminhão leve
Iveco	DAILY 70 C 16	6600	2315 / 2300	9500	Caminhão leve
MB	710 PLUS	6700 (técnico)	2860 / 2920	9100	Caminhão leve
MB	ACELLO 715 C	9000 (técnico)	2620 / 2640	8500	Caminhão leve
MB	ACELLO 915 C	9000 (técnico)	3120 / 3270	9000	Caminhão leve
Volks	8.150 DELIVERY	7850	2755 / 2798 / 2807 / 2850	8000	Caminhão leve
Volks	8.120 EURO III	7700	2900 / 2960 / 2970 / 3060	10500	Caminhão leve
Volks	9.150 E	8150	2930 / 3090	11000	Caminhão leve
Agrale	13 000	13000	4380 / 4390	20700	Caminhão médio
Ford	1317E	13000	4400	23000	Caminhão médio
Ford	1517E	14500	4570	27000	Caminhão médio
MB	ATEGO 1315	12990 (técnico)	4450 / 4570	23000	Caminhão médio
MB	ATEGO 1418	13990 (técnico)	4480 / 4600	23000	Caminhão médio
MB	ATEGO 1518	14990 (técnico)	4620	27000	Caminhão médio
MB	L 1328	13000 (técnico)	4890	27000	Caminhão médio
Volks	13.180 E	12900	3830 / 4046	23000	Caminhão médio
Volks	13.180 EURO III	12900	4230 / 4410	23000	Caminhão médio
Volks	15.180E	14500	4260 / 4780	27000	Caminhão médio
Volks	15.180 EURO III	14500	4370 / 4890	23000 / 27000	Caminhão médio
Volks	15.210 4X4	15000	5200	N.D	Caminhão médio
Volks	13.180	13000	4552 / 4751	23000	Caminhão médio
Agrale	1300 6X2	20700	6340	20700	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 1717E	16800	5210	27000	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 1722E	16800	5210 / 5190	32000	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 2422 E	23000	6750 / 6780	32000	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 2428 E	23000	6690 / 6750	32000	Caminhão semi-

					pesado
Ford	Cargo 2622 E	23000	5210 / 7640	32000	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 2628 E	23000	7320 / 7710	42000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Eurocargo Tector 170 E 22	16000	4940 / 5220	33000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Eurocargo Tector 250 E 22	23000	6630	33000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Eurocargo Tector 230 E 24	23000	6780	33000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Tector 170 E 25	17000 (técnico)	4940 / 5280	33000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Tector 240 E 25 6X2	24600 (técnico)	6350 / 6910	33000	Caminhão semi-pesado
Iveco	Tector 260 E 25 6X4	27100 (técnico)	7370 / 7500	42000	Caminhão semi-pesado
MB	L 1620 6X2	23000	6540	32000	Caminhão semi-pesado
MB	ATEGO 1718	16000 / 17100 (técnico)	4640 / 4760	27000	Caminhão semi-pesado
MB	ATEGO 1725	16000 / 17100 (técnico)	4990 / 5110	33000	Caminhão semi-pesado
MB	ATEGO 1725 4X4	16000 / 17100 (técnico)	5332	30000	Caminhão semi-pesado
MB	2423 B	23000	6700	32000	Caminhão semi-pesado
MB	2423 K	23000	6950	32000	Caminhão semi-pesado
MB	2425	23000	6240 / 6670	33000	Caminhão semi-pesado
MB	2428	23000	6240 / 6670	33000	Caminhão semi-pesado
Scania	P 230 4X2	16000	6448	40000	Caminhão semi-pesado
Scania	P 270 4X2	16000	6448	40000	Caminhão semi-pesado
Scania	P 270 6X2	23000	7570 / 8040	30000	Caminhão semi-pesado
Volks	17.180 Euro III	16000	4930 / 5400	34000	Caminhão semi-pesado
Volks	17.220 Euro III	16000	5120 / 5590	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	17.250 E	16000	5120 / 5590	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	24.220 Euro III	23000	6540 / 6990	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	24.250 E	23000	6540 / 6990	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	Constelallation 17.250	16000	4930 / 5220	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	Constelallation 24.250	23000	6650 / 7120	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	26.220 Euro III	23000	7240 / 7320	35000	Caminhão semi-pesado
Volks	26.260 E	23000	7570 / 7630	42000	Caminhão semi-

					pesado
Volks	31.260 E	23000	7670 / 7760	42000	Caminhão semi-pesado
Volvo	VM 210 4X2 / 6X2	16800 / 24000	4960 / 6620	35000	Caminhão semi-pesado
Volvo	VM 260 4X2 / 6X2	18000 / 24000	5098 / 6758	35000	Caminhão semi-pesado
Volvo	VM 260 6X4	26700		40000	Caminhão semi-pesado
Ford	Cargo 6332 E	23000	8330	63000	Caminhão pesado
Iveco	Tranker 380 T 38	23000	9530 / 9744	132000	Caminhão pesado
Iveco	Tranker 380 T 42	38000	10370	132000	Caminhão pesado
MB	Axor 2533 6X2	23000 / 30100 (técnico)	7247 / 7523	47000	Caminhão pesado
MB	Axor 2826	23000 / 28000 (técnico)	8223	45000	Caminhão pesado
MB	Axor 2831	23000 / 28000 (técnico)	8323	45000 / 63000	Caminhão pesado
MB	Axor 3340 / 3344 Plataforma	23000 / 33500 (técnico)	10153	123000	Caminhão pesado
MB	Axor 3340 / 3344 Basculante	23000 / 33500 (técnico)	9507	123000	Caminhão pesado
MB	Axor 4140	41000 (técnico)	9557	123000	Caminhão pesado
MB	Axor 4144	41000 (técnico)	9557	123000	Caminhão pesado
MB	Actros 4144 8X4	29000 / 48000 (técnico)	11000	123000	Caminhão pesado
Scania	P 310 6X4	28000 (técnico)	8939	78000	Caminhão pesado
Scania	P 310 8X4	47000 (técnico)	9626	78000	Caminhão pesado
Scania	P 340 6X4	41000 (técnico)	n.d	150000	Caminhão pesado
Scania	P 380 6X4	41000 (técnico)	9865	150000	Caminhão pesado
Scania	P 420 6X4	41000 (técnico)	n.d	150000	Caminhão pesado
Scania	P420 8X4	41000 (técnico)	10927	150000	Caminhão pesado
Scania	G 420 6X4	23000	9962	150000	Caminhão pesado
Scania	G 420 8X4	29000	10927	150000	Caminhão pesado
Scania	G 470 6X4	23000	9967	150000	Caminhão pesado
Scania	G 470 8X4	29000	11029	150000	Caminhão pesado
Volks	31.260	23000 (técnico)	8340 / 8460	42000	Caminhão pesado
Volks	31.320	23000 (técnico)		63000	Caminhão pesado
Volks	31.370	23000 (técnico)	8540 / 8660	63000	Caminhão pesado
Volvo	FM 400 6X4 / 8X4	34000 (6X4) / 42000 / 49600 (8X4) (técnico)	9080 / 10600	100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 440 6X4 / 8X4	34000 (6X4) / 42000 / 49600 (8X4) (técnico)	9080 / 10600	100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 480 6X4 / 8X4	34000 (6X4) / 42000 / 49600 (8X4) (técnico)	9080 / 10600	100000	Caminhão pesado
Volvo	VM 310 6X4	23000	7240 / 7440	63000	Caminhão pesado
Ford	Cargo 4532E Maxion	16000	6140	45150	Caminhão pesado
Iveco	Eurocargo 450E32T Cavallino	17000	6100	45000	Caminhão pesado
Iveco	Tector 170E25T	17000	5030 / 5180	33000	Caminhão pesado
Iveco	Stralis 490 S 38 T	PBTC 46000 (técnico)	7160 / 7260	60000	Caminhão pesado
Iveco	Stralis 490 S 42 T	PBTC 46000 (técnico)	7160 / 7260	60000	Caminhão pesado
Iveco	Stralis 570 S 38 T	PBTC 57000 (técnico)	8370 / 8470	60000	Caminhão pesado
Iveco	Stralis 570 S 42 T	PBTC 57000 (técnico)	8370 / 8470	60000	Caminhão pesado
Iveco	Stralis 740 S 42 TZ	PBTC 74000 (técnico)	8950 / 19050	80000	Caminhão pesado
Iveco	Tranker 720 S 42 TZ	41000 (técnico)	10260	132000	Caminhão pesado
MB	Atego 1728	16000	5580	36000	Caminhão pesado
MB	Axor 1933	16000 / 18600 (técnico)	6280	47000	Caminhão pesado
MB	Axor 2035 / 2040 / 2044	16000 / 20100 (técnico)	7210 / 7308	47000 / 80000	Caminhão pesado
MB	Axor 2540 / 2544 6X2	23000 / 30100	8802	80000	Caminhão pesado
MB	Axor 2640 / 2644 6X4	23000 / 26100	9478	80000	Caminhão pesado
MB	Axor 3340 / 3544	23000 / 33500	10043	123000	Caminhão pesado

Scania	P 270 4X2	16000	7083	66000	Caminhão pesado
Scania	P 310 4X2	16000	7227	66000	Caminhão pesado
Scania	P 340 4X2	16000 (técnico)	7442	66000	Caminhão pesado
Scania	P 420 6X4	9929 (técnico)	23000	150000	Caminhão pesado
Scania	G 380 4X2 / 6X2	26100 (técnico)	7524 / 8698	66000	Caminhão pesado
Scania	G 420 4X2 / 6X2 / 6X4	28500 (técnico)	7524 / 8698	78000	Caminhão pesado
Scania	G 440 4X2 / 6X2 / 6X4	28500 (técnico)	7524 / 8698	78000	Caminhão pesado
Scania	G 470 4X2 / 6X2 / 6X4	28500 (técnico)	7524 / 8698	78000	Caminhão pesado
Scania	R 420 4X2 / 6X2 / 6X4	26700 (técnico)	n.d	66000	Caminhão pesado
Scania	R 440 4X2 / 6X2 / 6X4	26700 (técnico)	n.d	66000	Caminhão pesado
Scania	R 470 4X2 / 6X2 / 6X4	26700 (técnico)	n.d	66000	Caminhão pesado
Scania	R 500 4X2 / 6X2 / 6X4	26700 (técnico)	n.d	150000	Caminhão pesado
Volks	17.220	16000	6163	35000	Caminhão pesado
Volks	19.320 Titan Tractor	16000	6400	45000	Caminhão pesado
Volks	19.370 4X2	16000	6720 / 6820	57000	Caminhão pesado
Volks	25.370	23000	8250 / 8350	60000	Caminhão pesado
Volvo	VM 310	17500 (técnico)	5870	43600	Caminhão pesado
Volvo	FM 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FM 370 4X2 / 6X2	20.100 / 28.100 (técnico)	6660 / 8400	56000	Caminhão pesado
Volvo	FH 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FH 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FH 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado
Volvo	FH 400 4X2 / 6X2 / 6X4	16000 / 23600	7100 / 9375	57000 / 100000	Caminhão pesado