

RAFAEL VALÉRIO DE ALMEIDA

**RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção.

São Paulo

2011

RAFAEL VALÉRIO DE ALMEIDA

**RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO EM UMA
INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção.

Orientador: Prof. Dario Ikuo Miyake

São Paulo

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, Rafael Valério de

Racionalização do processo de expedição em uma indústria alimentícia / R.V. de Almeida. -- São Paulo, 2011.

187 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Melhoria de Processos 2. Computadores (Simulação; Aplicações) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

*À minha família, amigos e a todos que contribuíram
de alguma forma para a realização deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças à ajuda direta e indireta de muitas pessoas. Meus sinceros agradecimentos a todas elas:

Aos meus pais, Nelson e Myriam, por sempre me apoiarem e incentivarem nos momentos alegres e difíceis até a conclusão deste trabalho.

À minha irmã, Maíra, pela amizade e carinho de sempre que me incentivam e me dão força, por estar sempre ao meu lado.

Às minhas tias e avó, Rosane, Sueli, René e Glória, pelo apoio fundamental em todos os momentos durante o ano.

Ao professor Dario Ikuo Miyake, pela orientação dedicação e contribuição a este trabalho.

Aos meus superiores, Aline e Felipe, por permitirem a realização do trabalho na empresa, além de terem apoiado e ajudado muito durante todo o projeto, aconselhando e incentivando sempre que possível.

A todos os colegas de empresa de São Paulo e também de Sorocaba, que muito contribuíram para o projeto, seja com informações relevantes ou com a amizade e apoio em todos os momentos.

Aos meus amigos de POLI, que vivenciaram comigo todos os momentos de alegrias e superação nestes ótimos cinco anos de faculdade, com muito aprendizado, companheirismo e amizade.

A Cris e ao Osni, pela amizade, conselhos e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**“Obstáculos são aqueles perigos que você
vê quando tira os olhos de seu objetivo.”**

(Henry Ford)

RESUMO

Este trabalho aborda o fluxo dos veículos terceiros no centro de distribuição de uma empresa de alimentos e bebidas. O objetivo é otimizar o tempo total de permanência de modo a alcançar benefícios tanto na redução de custos como na melhoria da qualidade do serviço prestado.

A primeira parte deste estudo compreende o amplo entendimento dos processos envolvidos, bem como a identificação de cada etapa componente e o desenho do fluxograma para determinar a sequência operacional do processo atual. Com este quadro teórico, a segunda parte consiste em uma análise estatística de um banco de dados de tempo coletados de diversas amostras por segmento e, portanto, tem como objetivo validar as hipóteses de melhorias potenciais.

Posteriormente, uma análise através de uma série de gráficos, tabelas e tempos gastos em diferentes cenários de veículo e tipos de carga, foi utilizada para identificar os principais gargalos, áreas de espera e ociosidades durante todo o processo. Para complementar a abordagem estatística, foi utilizado o software ProModel® para simular, validar e comparar o fluxo atual com o proposto neste trabalho.

Palavras-Chave: análise estatística, otimização, melhoria de processo, simulação.

ABSTRACT

This paper addresses the flow of third party vehicles in a distribution center of a food & beverage company. The aim of the paper is to optimize the fleet waiting time to improve cost cutting policies and service levels.

The first part of this study comprehends the broad understanding of the processes involved, as well as the identification of each component and the design of a flowchart to determine the current operational sequence. With this theoretical framework in place, the second part conducts an statistical analyzes in a database set with a sample of times per segment and therefore aims to validate the hypothesis of potential improvements.

Afterwards, an analysis through a series of graphs, crossing activities and time spent under different scenarios of vehicles and freight type, was used to identify the main bottlenecks, waiting zones and idleness throughout the process. To complement the statistical approach, the ProModel® software was used to simulate, validate and compare the current flow with the one proposed in this paper.

Key Words: statistical analysis, optimization, process improvement, simulation.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1-1 - Exemplo Projeto Janelas	30
Figura 2-1 – Cronômetro	34
Figura 2-2 - Box Plot.....	36
Figura 2-3 - Precisão <i>BoxPlot</i>	37
Figura 2-4 - Distribuição Normal	39
Figura 2-5 - Distribuição característica Lognormal	40
Figura 2-6 - Metodologia de Simulação (Adaptado de CHIWIF E MEDINA, 2007)	47
Figura 2-7 - Conceitos Fundamentais da Validação e Verificação (CHWIF e MEDINA, 2006)	49
Figura 3-1- Gráfico de atividades com régua de tempo	53
Figura 4-1 - Tipos de Veículos	73
Figura 5-1 - Gráfico Cenário 3	98
Figura 5-2 - Etapas carregamento.....	105
Figura 6-1 - Pareto para tempos de espera	107
Figura 6-2 - Etapas da espera "e"	109
Figura 6-3 - Diagrama de Ishikawa para espera "e"	110
Figura 6-4 - Distribuição <i>Picking</i> ao longo da espera "e"	111
Figura 6-5 - Influência do <i>Picking</i> na espera "e".....	111
Figura 6-6 - Tipos de espera "e"	112
Figura 6-7- Percentuais de ocorrência para cada possibilidade.....	114
Figura 6-8 - Análise do momento de carregamento	115
Figura 6-9 –Diagrama de Ishikawa da ociosidade "h"	116
Figura 6-10 - Distribuição das esperas "h" ao longo do dia	116
Figura 6-11 - Influência da troca de turno na espera “h”	117
Figura 6-12 - Relação troca de turno e espera "h"	117
Figura 6-13 - Exemplo Painel eletrônico.....	126
Figura 7-1 - Gráfico do tempo total de permanência em função da chegada diária de veículos	136
Figura 10-1 - Gráfico Cenário 1	169
Figura 10-2 - Gráfico Cenário 2	170
Figura 10-3 - Gráfico Cenário 4	171

Figura 10-4 - Gráfico Cenário 5.....	172
Figura 10-5 - Gráfico Cenário I	173
Figura 10-6 - Gráfico Cenário II.....	174
Figura 10-7 - Fluxograma atual - Simbologia padronizada (BARNES, 1982).....	178
Figura 10-8 - Fluxograma Proposto - Simbologia padronizada (BARNES, 1982)	180
Figura 10-9 - Esboço do Fluxo Atual.....	183
Figura 10-10 - Esboço do Fluxo proposto	184
Figura 11-1 - Planta do CD com os locais do processo de expedição	187
Figura 11-2 - Exemplo cálculo média através do histograma.....	188

LISTAS DE TABELAS

Tabela 4-1 - Definição início e fim das etapas (continua).....	68
Tabela 4-2 - Definição início e fim das etapas (conclusão)	69
Tabela 4-3 - Classificação Etapas.....	70
Tabela 4-4 - Etapas de trânsito	71
Tabela 4-5 - Variáveis dos fatores	75
Tabela 4-6 - Fatores analisados por etapa	77
Tabela 4-7 - Fontes para obter dados.....	78
Tabela 5-1 - Análise Regressão Linear.....	79
Tabela 5-2 - Média e desvio padrão das regressões lineares	79
Tabela 5-3 - Análise dados suspeitos - <i>BoxPlot</i>	84
Tabela 5-4 - Análise Tamanho da Amostra.....	85
Tabela 5-5 - Testes de aderência à distribuição normal	86
Tabela 5-6 - Análise da aderência à distribuição Lognormal	87
Tabela 5-7 - Valores Regressão Múltipla linear	88
Tabela 5-8 - Valores Regressão Múltipla Polinomial	88
Tabela 5-9 - Regressões Múltiplas Carregamento.....	89
Tabela 5-10 - Etapas de Trânsito.....	91
Tabela 5-11 - Descrição intervalo entre registros.....	93
Tabela 5-12 - Etapas por intervalo	93
Tabela 5-13 - Momentos de espera (ociosidade).....	95
Tabela 5-14 - Tempos de espera por cenário.....	96
Tabela 5-15 - Tempos totais por cenário	96
Tabela 5-16 - Duração dos intervalos entre registros por cenário	97
Tabela 5-17 - Análise separação no <i>Picking</i> Fracionado	100
Tabela 5-18 - Resumo Separação no <i>Picking</i>	100
Tabela 5-19 - Tempo dos intervalos entre registros	101
Tabela 5-20 - Tempos de espera.....	101
Tabela 5-21 - Tempos médios totais por ciclo	102
Tabela 5-22 – Distribuição por tipo de carregamento e tipo de transporte	102
Tabela 5-23 – Probabilidade de eventos por tipo de carregamento.....	103

Tabela 5-24 – Probabilidade de eventos por tipo de transporte	103
Tabela 5-25 - Tempos médios de carregamento (min.) (continua).....	104
Tabela 5-26 - Tempos médios de carregamento (min.) (conclusão).....	105
Tabela 5-27 - Relação percentual do tipo de carga em relação ao tipo de transporte.....	105
Tabela 5-28 - Relação percentual do tipo de transporte em relação ao tipo de carga.....	105
Tabela 6-1 - Análise GUT.....	108
Tabela 6-2 - Tempo médio de espera por tipo veículo	113
Tabela 6-3 - Tempo médio de espera por tipo carga.....	113
Tabela 6-4 – Avaliação da proposta de mudanças	120
Tabela 6-5 – Avaliação das mudanças propostas (continua)	123
Tabela 6-6 - Avaliação das mudanças propostas (conclusão).....	124
Tabela 6-7 - Exemplo de planilha compartilhada	126
Tabela 7-1 - Parâmetros para simulação	127
Tabela 7-2 - Dados do carregamento	128
Tabela 7-3 - Distâncias percorridas no processo atual e no proposto	128
Tabela 7-4 - Taxa de ocupação das docas no modelo (3 dias).....	133
Tabela 7-5 - Comparação tempo total médio simulado x real	134
Tabela 7-6 - Influência dos eventos no tempo total por replicação (continua).....	135
Tabela 7-7 - Comparação dos tempos totais por meio da simulação.....	136
Tabela 7-8 - Comparação dos deslocamentos no modelo atual e no proposto	136
Tabela 10-1 - Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário 1.....	162
Tabela 10-2 - Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário 2.....	162
Tabela 10-3 - Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário 3.....	163
Tabela 10-4 – Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário 4	163
Tabela 10-5 - Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário 5.....	164
Tabela 10-6 – Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário I - Fechado	164
Tabela 10-7 – Informações da análise <i>BoxPlot</i> para o Cenário II - Fracionado	165
Tabela 10-8 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 1	166
Tabela 10-9 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 2	166
Tabela 10-10 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 3	167
Tabela 10-11 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 4.....	167
Tabela 10-12 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 5	168

Tabela 10-13 – Análise do tamanho da Amostra do Cenário I - Fechado.....	168
Tabela 10-14 – Análise do tamanho da Amostra do Cenário II - Fracionado.....	168
Tabela 10-15 - Percentuais de ocorrência por tipo de carga e transporte.....	175
Tabela 10-16 - Percentuais de ocorrência conforme momento de carregamento.....	175
Tabela 10-17 - Tempo médio conforme o momento de carregamento	175
Tabela 10-18 - Legenda do Fluxograma atual.....	179
Tabela 10-19 - Legenda do Fluxograma proposto.....	181
Tabela 10-20 - Tempo médio de espera por tipo de carga quando ocorre a espera (min)	182
Tabela 10-21 - Percentual de ocorrência por tipo de veículo	182
Tabela 10-22 - Tempo médio de espera por tipo de carga quando ocorre a espera (min)	182
Tabela 11-1 - Escala para GUT	186

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CD	Centro de Distribuição
CO	Controle da Operação
CT	Central de Transporte
DT	Documento de Transporte
FIFO	<i>First In, First Out</i> – (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair)
FL	<i>Front Line</i>
FOB	<i>Free on Board</i> , o cliente é responsável pelo custo do frete
FRC	Área de <i>Picking</i> Fracionado
GAT	Gestão de Armazenamento e Transporte
GRC	Gestão de relacionamento com os clientes
OC	Ordem de Coleta
OT	Ordem de Transporte
PACR	sistema utilizado pela Pamcary
SAP	<i>Service Access Point</i> , sistema utilizado para compartilhamento e registro de informações da empresa
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i> (Unidade de Manutenção de estoque), designa os diferentes itens em estoque
SM	Saída de Mercadoria

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	25
1.1.	A empresa	26
1.2.	O problema	27
1.3.	Relevância.....	27
1.4.	Objetivo	28
1.5.	O Projeto Janela	29
1.6.	Estruturação do trabalho	31
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	33
2.1.	Medição dos Tempos operacionais.....	33
2.2.	Tratamento estatístico dos dados de tempo	35
2.2.1.	Avaliação de dados suspeitos	35
2.2.2.	Cálculo do Tamanho da amostra	37
2.2.3.	Distribuições.....	38
2.2.4.	Testes de aderência.....	40
2.2.5.	Regressões	41
2.3.	Simulação.....	45
3.	METODOLOGIA ADOTADA.....	51
3.1.	Coleta de dados para estudo de tempos	52
3.2.	Entrevistas.....	55
4.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO ATUAL	57
4.1.	Descrição das etapas do processo	57
4.2.	Fluxograma do processo de expedição	67
4.3.	Delimitação das etapas.....	67
4.4.	Classificação dos tipos de carga e veículo.....	71
	Tipos de Carga.....	71
	Tipos de veículo	72
4.5.	Identificação dos dados descritivos	74
4.5.1.	Fatores de Medição.....	74
4.5.2.	Variáveis dos fatores	75
4.5.3.	Relação entre fatores e etapas.....	75

4.5.4.	Dados de tempo coletados.....	77
4.5.5.	Fonte de dados coletados	77
5.	ANÁLISE DOS DADOS.....	79
5.1.	Etapas dependentes de variáveis	79
5.2.	Etapas independentes de variáveis	80
5.2.1.	Dados Suspeitos e Tamanho da amostra.....	80
5.2.2.	Testes de aderência	86
5.3.	Regressão Múltipla.....	87
5.3.1.	<i>Picking</i> Fracionado	88
5.3.2.	Carregamento	89
5.4.	Tempos de Trânsito	90
5.5.	Tempos entre registros no sistema	91
5.5.1.	Os Cenários considerados	92
5.5.2.	Períodos medidos	93
5.5.3.	Análise do <i>BoxPlot</i> e Tamanho da amostra	93
5.6.	Tempos de espera	95
5.7.	Gráficos de atividades	97
5.8.	Análise por tipo de transporte	100
5.9.	Tratamento dos eventos.....	103
5.10.	Carregamento.....	104
6.	DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS PARA RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO	107
6.1.	Identificação das principais causas.....	107
6.2.	Ociosidade e	109
6.3.	Ociosidade h.....	115
6.4.	Propostas de mudanças no processo de expedição.....	118
6.4.1.	Propostas iniciais.....	118
6.4.2.	<i>Brainstormings</i> e discussões com cada área	120
6.4.3.	Propostas Finais	121
6.4.4.	Plano para implementação das mudanças propostas.....	125
7.	AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO PROPOSTO POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	127

7.1.	Premissas	128
7.2.	Verificação e validação do modelo computacional	132
7.2.1.	Verificação.....	132
7.2.2.	Tempo de Aquecimento.....	133
7.2.3.	Validação	134
7.3.	Simulação do processo de expedição proposto e resultados.....	135
8.	CONCLUSÃO.....	137
8.1.	Considerações iniciais.....	137
8.2.	Principais Resultados Obtidos	137
8.3.	Dificuldades Encontradas	138
8.4.	Sugestões para trabalhos futuros.....	139
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
	APÊNDICES	142
	APÊNDICE A – Folhas de medição.....	142
	APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS	156
	APÊNDICE C – Informações <i>BoxPlot</i> por Cenário.....	162
	APÊNDICE D – Análises do Tamanho da Amostra por Cenário	166
	APÊNDICE E – Gráficos de atividade.....	169
	APÊNDICE F – Análise de Eventos	175
	APÊNDICE G – Resumo das propostas obtidas no <i>Brainstorming</i>	176
	APÊNDICE H – Fluxograma do Processo Atual e do Processo Proposto.....	178
	APÊNDICE I – Análise ociosidade “e”	182
	APÊNDICE J – Esboços dos fluxos atual e proposto	183
	ANEXOS.....	185
	ANEXO A – Teste de aderência <i>Shapiro-Wilks</i>	185
	ANEXO B – Escala GUT.....	186
	ANEXO C – Planta do CD	187
	ANEXO D – Método da Transformação Inversa	188

1. INTRODUÇÃO

O trabalho de formatura foi realizado em uma empresa do ramo alimentício, que será descrita e caracterizada posteriormente. O foco do projeto será o centro de distribuição (CD), mais especificamente, na etapa de carregamento e transporte dos produtos até os clientes ou transportadoras que realizarão a distribuição posteriormente. Desta forma, os produtos devem ser entregues dentro dos prazos pré-estabelecidos para garantir que um determinado produto não falte nos clientes e os consumidores que desejam adquirir os produtos não tenham que optar pelo concorrente pelo simples fato de o produto desejado estar em falta. Além disso, pelo fato de o prazo de validade dos produtos ser relativamente baixa perante outros bens de consumo, os mesmos devem ser disponibilizados para venda o quanto antes, para aumentar o período válido para o consumo. Para diversos alimentos percebe-se que a falta de um produto no estabelecimento pode fazer com que o cliente opte pelo concorrente e consequentemente passe a optar pelo concorrente no futuro, pelo fato do mesmo estar sempre disponível. Por esta razão, a maioria das empresas alimentícias tem grande preocupação com a logística responsável pela distribuição e disponibilidade dos produtos aos clientes e consumidores. Empresas que não dão grande relevância para estes fatores tendem a perder parcela do mercado em virtude da indisponibilidade dos produtos em alguns momentos.

Sendo assim, é de grande importância que o fluxo do carregamento realizado no CD seja detalhado e analisado para tentar garantir a disponibilidade e entrega dos produtos nos clientes, de modo que não haja falta dos mesmos no mercado. A logística empregada neste segmento se mostra indispensável para as empresas para garantir a fidelização dos atuais e conquista de novos clientes.

Além deste fator relacionado aos clientes, o estudo dos tempos de operação torna-se importante também sob o ponto de vista financeiro, pois à medida que o tempo é reduzido, os gastos são menores. Com a redução do tempo de permanência do veículo no CD, por exemplo, reduz-se o valor pago aos motoristas e transportadoras que recebem por hora. Ademais, através da diminuição do tempo de percurso, torna-se possível realizar um maior número de carregamentos ao dia, o que ajuda a diluir os custos fixos, reduzindo o custo total, além de possibilitar um aumento da capacidade de fluxo no CD.

Por fim, com um maior controle sobre o tempo de ciclo e redução do tempo, é possível estabelecer melhores contratos com as transportadoras, que tendem a valorizar o melhor cumprimento dos horários e programações de carregamento por parte da empresa.

1.1. A empresa

A empresa na qual está sendo desenvolvido o projeto é uma multinacional do ramo alimentício, com uma grande variedade de produtos equivalente a algumas centenas de SKU's, com alguns líderes de mercado em seus respectivos setores. A produção dos produtos está distribuída ao longo de todo o território nacional, de modo que cada variedade de produto seja produzida, em sua maioria, no local onde o acesso às matérias-primas seja mais fácil e os custos sejam menores. Desta forma, há diversas fábricas espalhadas pelo Brasil. Além disso, há alguns Centros de Distribuição espalhados pelo país, porém o CD escolhido para ser desenvolvido o projeto é responsável por 70% de todo o fluxo de produtos da empresa, o que justifica a realização e a importância do projeto no local escolhido. Além das fábricas e CDs, há co-packers, isto é, empresas terceiras contratadas por outros para produzir e embalar seus produtos com a mesma qualidade, de forma que a capacidade produtiva seja maior e capaz de atender à demanda. A empresa divide suas operações de Supply Chain em cinco áreas integradas, que são:

- Projetos: responsável pelo planejamento da rede logística, da capacidade de recursos, da estratégia de serviços e aquisições;
- Gestão de Armazenamento e Transporte: responsável pelo planejamento operacional, roteirização, movimentação e armazenagem, entrega e gestão de custos;
- Planejamento de vendas e operações: responsável pelo planejamento da demanda, da distribuição e de produção e materiais;
- Planejamento da Gestão de Insumos e Serviços: responsável pela inteligência de suprimentos, seleção e gestão de fornecedores e gestão do abastecimento;
- Gestão do Relacionamento com os Clientes: responsável pela preparação e gerenciamento do pedido, entrega e cobrança.

A planta do local estudado, ou mais precisamente, a parte da planta em que ocorre o processo, está disponível no ANEXO C – Planta do CD, com as indicações dos respectivos locais em que há atividades do processo analisado.

1.2. O problema

Considerando-se toda a importância da disponibilidade dos produtos para os clientes nos supermercados e também a redução dos custos envolvidos, o problema que será tratado no presente trabalho é o fluxo ineficiente do veículo dentro do centro de distribuição.

Atualmente o fluxo se apresenta ineficiente, com um alto percentual de atrasos e elevado tempo de permanência dos veículos terceiros dentro do CD. Além disso, o planejamento dos horários de carregamento para cada veículo dificilmente são cumpridos em virtude deste fluxo ineficiente e dos atrasos existentes. Desta forma, o problema que será focado neste estudo é o elevado tempo total médio de permanência do veículo, que acarreta em atrasos e custos extras com transportadoras e motoristas.

O Projeto Janela, que foi implantando no último ano e será descrito a seguir foi uma tentativa de programar os carregamentos com o objetivo de reduzir o tempo total, porém percebe-se que ele não reflete ainda a realidade em virtude dos altos tempos de permanência, desta forma, o problema continua existindo e precisa ser estudado e solucionado.

Este fluxo ineficiente diz respeito também ao deslocamento tanto do veículo quanto do motorista, que além de diminuir o nível de serviço em virtude dos grandes deslocamentos do motorista, aumenta o fluxo de veículos no interior do CD, aumentando o tráfego, diminuindo a fluidez e aumentando o tempo total.

1.3. Relevância

Como grande parte dos carregamentos vinha sendo realizada com atraso, medidas tiveram que ser adotadas e colocadas em prática para tentar diminuir a quantidade de atrasos nos carregamentos.

Para isso, foi implantado o projeto das janelas de atendimento, que consiste em agendar cada carregamento em um determinado intervalo de tempo, dependente do tipo de carga, e a respectiva doca a ser utilizada. No entanto, pode-se perceber que ainda são poucos os carregamentos que são efetuados dentro dos horários previstos. Tal problema é decorrente de diversos imprevistos e atrasos durante o processo de carregamento, desde a chegada do veículo ao Centro de Distribuição, até sua liberação final. Além disso, um problema em um carregamento acarreta em atrasos dos posteriores, fazendo com que grande parte dos carregamentos seja feita fora dos horários previstos.

Tais atrasos no carregamento implicam em problemas para a empresa, desde as reclamações constantes dos motoristas, passando por problemas com as transportadoras, que reclamam dos atrasos, pois há motoristas que ganham por hora, implicando maiores custos, e por fim dos clientes, que frequentemente recebem os produtos depois do prazo determinado.

Desta forma, torna-se de grande importância para a empresa a resolução deste problema, pois diminuiriam as reclamações de todas as partes envolvidas, aumentando a satisfação dos mesmos, além da redução dos custos e aumento da capacidade do CD, pois reduzindo o tempo de carregamento seria possível efetuar um número maior de carregamentos em um mesmo período de tempo.

1.4. Objetivo

O problema a ser tratado e lidado durante o trabalho de formatura é o resultado do fluxo ineficiente dos veículos próprios e das transportadoras no Centro de Distribuição da empresa. Pode-se se entender por ineficiência, neste caso, como o não cumprimento dos prazos e o aumento dos custos em virtude do grande tempo de permanência do veículo no CD. Em virtude dos diversos problemas existentes no fluxo do veículo, tanto na realização das etapas quanto nas esperas entre elas, ocorrem problemas de cumprimentos de prazos com os clientes, sendo que em parte deles deve haver o agendamento da entrega, no qual não são aceitas entregas fora deste período agendado. Além do não cumprimento dos prazos, há também o aumento de custos, decorrente de uma menor quantidade de carregamentos diários no local, além do maior tempo de permanência dos veículos e motoristas, que acarretam em custos diretos (diárias com motoristas, refeições, etc.).

Sendo assim, o objetivo do trabalho é propor melhorias no fluxo do veículo no CD de modo que o tempo de ciclo seja minimizado, através da identificação dos gargalos do processo, dos pontos de espera e dos processos ineficientes. As melhorias a serem propostas devem provir tanto de uma realização mais eficiente das etapas, como de um possível replanejamento do ciclo, através de mudanças de layout, novo seqüenciamento das etapas, dentro outros, além da eliminação dos tempos ociosos. Além disso, a análise detalhada do fluxo possibilitará aumentar a acuracidade da janela, isto é, fazer com que a maior parte dos carregamentos seja efetuada nas janelas correspondentes propostas.

1.5. O Projeto Janela

Antigamente o processo de coleta e carregamento era realizado da seguinte forma: cada transportadora tinha um horário fixo de coleta, por exemplo, a transportadora A detinha o horário das 14 horas da segunda-feira, a transportadora B das 17 horas da quarta-feira, e assim por diante. Porém, em diversas vezes havia problemas neste processo, em virtude de dois motivos:

- Uma transportadora poderia ter diversos carregamentos para uma mesma semana, sendo insuficiente seu tempo destinado para o carregamento, fazendo com que atrasasse o carregamento de outras transportadoras ou não fosse possível carregar todo o carregamento existente;
- Enquanto isso, outra transportadora poderia não ter nenhum carregamento na mesma semana, porém como tinha um horário de carregamento, havia uma ociosidade, visto que outra transportadora não poderia carregar neste horário.

Desta forma, para tentar solucionar este problema de sobrecarga em alguns momentos e ociosidade em outros, foi proposto o Projeto de Janelas.

Neste projeto, nenhuma transportadora detém uma data e horário fixo de carregamento na semana. A cada dia é realizado o planejamento do carregamento para dois dias depois, onde são designadas a doca e a janela correspondente para cada Ordem de Coleta.

Após a criação das Ordens de Coleta, alocando os Documentos de Transporte (DT), o próximo passo é a alocação nas janelas, e alguns fatores são levados em conta:

- Algumas transportadoras preferem carregar em horários específicos, como pela manhã, pela tarde, etc.;
- Procura-se nivelar o carregamento durante os três turnos, de modo que não haja sobrecarga em nenhum deles e provoque grandes atrasos;
- Quando há diversos carregamentos da mesma transportadora, procura-se distribuir tais carregamentos ao longo de todo o dia, para que não haja sobrecarga por transportadora;
- Dependendo do tipo de carregamento, o tamanho da janela é diferente, por exemplo, para carga paletizada mista ou a não paletizada a janela deve ser maior que para carga paletizada unitária;
- O tipo de veículo e sua capacidade influenciam na janela, por exemplo, caminhões *sider* podem facilitar o carregamento em virtude de possibilitar maior área para entrada da carga no veículo, caso ocorra carregamento pela lateral;
- Procura-se nivelar também os carregamentos por doca, tentando evitar sobrecarga em uma doca;

Para isto, é utilizado o software Microsoft Excel, e são registrados a transportadora e os DTs a serem carregados em cada janela.

Um exemplo disto está representado na Figura 1-1.

Doca 1	07:00 - 08:30	08:30 - 10:00	10:00 - 13:00		13:00 - 14:30	14:30 - 16:00
	TRANSPORTADORA A	TRANSPORTADORA B	TRANSPORTADORA C		TRANSPORTADORA F	TRANSPORTADORA D
	DT XXXXX1	DT XXXXX2	DTS XXXXX3, XXXXX4, XXXXX5, XXXXX6		DTS XXXXX7, XXXXX8	DT XXXXX9
Doca 2	07:00 - 08:30	08:30 - 10:00	10:00 - 11:30	13:00 - 14:30		14:30 - 16:00
	TRANSPORTADORA C	TRANSPORTADORA F	TRANSPORTADORA E	TRANSPORTADORA A		TRANSPORTADORA B
	DTS XXXX10, XXXX11	DT XXXX12	DT XXXX13	DTS XXXX14, XXXX15, XXXX16, XXXX17, XXXX18		DT XXXX19
Doca 3	07:00 - 10:00		10:00 - 13:00		13:00 - 14:30	14:30 - 16:00
	TRANSPORTADORA D		TRANSPORTADORA B	TRANSPORTADORA E	TRANSPORTADORA G	TRANSPORTADORA C
	DTS XXXX20, XXXX21		DT XXXX22	DT XXXX23, XXXX24	DT XXXX25	DT XXXX26

Figura 1-1 - Exemplo Projeto Janelas

1.6. Estruturação do trabalho

O presente trabalho descreverá o fluxo atual de veículos no centro de distribuição da empresa objeto de estudo, identificando pontos de melhoria ao longo do processo com o objetivo de reduzir o tempo total de permanência, que atualmente é muito elevado. Uma ferramenta de simulação será utilizada para embasar os resultados obtidos.

O trabalho está dividido em capítulos, em que:

- Capítulo 2 - Referencial Teórico, com o objetivo de proporcionar suporte teórico para a realização do trabalho, desde a análise dos dados até a simulação;
- Capítulo 3 - trata da descrição da metodologia que será utilizada, como será realizada a coleta e análise dos dados;
- Capítulo 4 - descrição detalhada do processo de expedição analisado, com todas as variáveis a serem consideradas;
- Capítulo 5 – análise dos dados de tempo, obtenção de modelos para as distribuições de tempo, análise do processo atual;
- Capítulo 6 – desenvolvimento das propostas de melhoria, com base das análises realizadas;
- Capítulo 7 – utilização da simulação para analisar o modelo proposto e avaliar possíveis alterações das variáveis de entrada;
- Capítulo 8 – conclusões do presente estudo, mencionando as dificuldades encontradas, resultados obtidos, sugestões;
- Capítulo 9 – bibliografia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Medição dos Tempos operacionais

Para a análise dos tempos operacionais será utilizada a técnica da **cronometragem direta**. Para a adoção desta técnica, é necessária a realização de aos menos oito passos (BARNES, 1977):

1. Obter e registrar informações sobre o operador e a operação a serem estudados;
2. Dividir a operação em elementos e registrar uma descrição completa do método;
3. Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
4. Determinar o número de ciclos a ser cronometrado;
5. Verificar se a quantidade de ciclos coletada foi suficiente;
6. Determinar o tempo-padrão para a operação analisada.

Desta forma, é necessária uma preparação prévia, que consiste em conhecer detalhadamente cada etapa do processo, de modo que seja possível determinar quais variáveis podem influenciar nos tempos de operação e seria importante analisar sua influência, para que com estas informações as folhas de medições fossem elaboradas.

Após a elaboração destas folhas, devem ser programados os locais de medição para cada dia de visita, de modo que todas as áreas sejam atendidas com os respectivos detalhamentos.

Para que a medição dos tempos operacionais fosse eficiente, é importante a utilização de equipamentos adequados, como o cronômetro que foi utilizado, com precisão de centésimos de segundos, como o da Figura 2-1.



Figura 2-1 – Cronômetro

Para que as medições não provoquem alteração de ritmo ou hábito do funcionário, é fundamental o estabelecimento do contato inicial entre o tomador de tempo e o funcionário. O objetivo disto é conhecer o processo e passar segurança e confiança para o funcionário, deixando claro que o objetivo é apenas tentar ajudar no trabalho deles, e não prejudicar ou colocar pressão. Além disso, deve ser explicado que a idéia era ter um valor real do tempo total do processo, e para isso era importante ter os valores de cada etapa. Será ressaltada a importância de o funcionário desempenhar suas funções da maneira habitual em que realiza, pois caso se sentisse pressionado e fizesse de maneira mais rápida, tanto poderia provocar erros, como também este tempo rápido seria considerado o tempo normal de operação, e tornaria este tempo como padrão, isto é, ele deveria manter este ritmo no futuro. Desta forma, o ideal é o funcionário desempenhar sua tarefa como se não estivesse sendo cronometrado. Através deste tratamento dado ao funcionário, seria possível diminuir ou evitar o *stress* durante a cronometragem.

Após a divisão do ciclo em etapas mais curtas e mensuráveis, é importante verificar se tais etapas são repetitivas, isto é, se ocorrem em todos os ciclos, ou ocasionalmente. Caso sejam ocasionais, o número de medições obtidas será menor, e uma menor quantidade de variáveis pode ser relacionada para serem avaliadas. Além disso, é importante definir claramente o início e o fim de cada etapa a ser cronometrada.

Nas medidas é importante destacar aquelas que tiveram problemas, para que também possam ser separados os tempos normais dos incidentes e, além disso, separar os elementos intrínsecos dos extrínsecos, como por exemplo, a espera pelo pagamento de impostos.

A técnica de medição adotada nas duas primeiras partes será a **leitura repetitiva**. Esta técnica consiste em zerar o cronômetro para cada nova medição de tempo. A vantagem em relação à

contínua reside no fato de que o tempo observado para cada elemento está visível na folha de medição e conseqüentemente as variações dos valores tornam-se mais perceptíveis enquanto é realizado o estudo (BARNES, 1977). Já na terceira etapa a técnica utilizada será a **contínua**, em que o cronômetro será disparado no início do processo e parado apenas na conclusão final do processo.

2.2. Tratamento estatístico dos dados de tempo

2.2.1. Avaliação de dados suspeitos

Dados suspeitos são valores extremos da amostra, bem diferentes da maioria. Tais valores podem prejudicar os valores finais obtidos, e por esta razão devem ser detectadas e analisadas suas causas.

As principais causas de dados suspeitos podem ser erros de medição, erros do operador, ocorrência de eventos inesperados, dentre outros.

Para identificar os dados suspeitos, podem ser utilizados diversos métodos numéricos, como:

- Aplicação do IEQ (Intervalo entre o terceiro e o primeiro quartil)
 1. O valor X de uma amostra é considerado **possível suspeito** se estiver no intervalo $Q1 - 3 * IEQ < X < Q1 - 1,5 * IEQ$ ou $Q3 + 1,5 * IEQ < X < Q3 + 3 * IEQ$
 2. O valor X de uma amostra é considerado **suspeito** se $X < Q1 - 3 * IEQ$ ou $X > Q3 + 1,5 * IEQ$
- Método do Valor Padronizado – parte da idéia de padronização utilizada na distribuição normal de probabilidade, ele define a variável M , tal que:
 1. $M = \frac{|X_i - \bar{X}|}{s}$, onde M é a distância do valor analisado até a média, em termos de desvio padrão. Para utilizar este método, exclui-se o valor analisado, calcula-se a nova média e desvio da amostra, se $M > 4$, o dado é **suspeito**.
- Diagrama de Juntas (BoxPlot) – apresenta a vantagem de ser um modelo visual, o procedimento é indicado a seguir:
 1. Ordenar os valores em ordem crescente;

2. Determinar a mediana (Q_2) dos valores da amostra (a mediana é o valor do elemento do meio se n é ímpar, e a média dos dois valores do meio se n é par);
3. Determinar o primeiro e terceiro quartis (Q_1 e Q_3) dos valores ordenados:
 - Q_1 é a mediana de todos os valores inferiores à mediana de todo o conjunto de dados;
 - Q_3 é a mediana de todos os valores superiores à mediana de todo o conjunto de dados;
4. Determinar a amplitude (H) como a diferença entre o primeiro e terceiro quartis ($H = Q_3 - Q_1$);
5. Calcular os limites extremos para os valores ordenados:
 - $LXS = Q_3 + 1,5 * H$
 - $LXI = Q_1 - 1,5 * H$
6. Verificar se há valores fora dos limites extremos;
7. Todos os valores abaixo do LXI ou acima do LXS são considerados **suspeitos**.

Um exemplo deste método está exemplificado na Figura 2-2. Nela é possível perceber o Q_1 , Q_2 e Q_3 , além dos LXS e LXI. A partir destas demarcações, podem-se destacar os outliers, isto é, os pontos externos, considerados dados suspeitos.

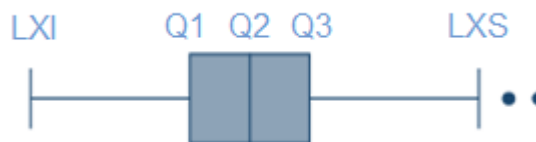


Figura 2-2 - Box Plot

A precisão deste método é de 99,3%, ou em termos de desvios-padrão, $2,7\sigma$. A justificativa se encontra na Figura 2-3.

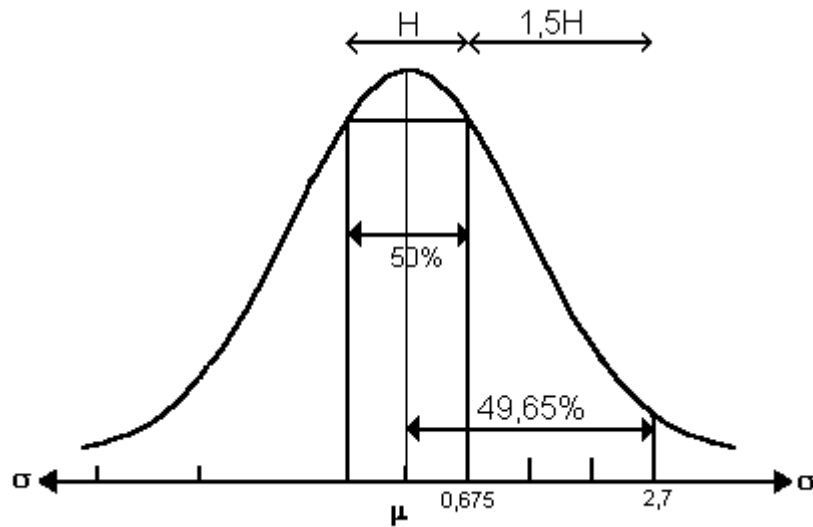


Figura 2-3 - Precisão *BoxPlot*

2.2.2. Cálculo do Tamanho da amostra

Para garantir a validade dos dados, e poder utilizá-los com segurança, é necessário o cálculo do tamanho da amostra necessária para estimar a média com desvio-padrão desconhecido, para cada etapa medida. Para se chegar à fórmula do tamanho da amostra, parte-se da equação do intervalo de confiança para a média de uma distribuição normal com variância desconhecida, exemplificada na Equação 2.1.

$$\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} * \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.1)$$

Através da manipulação desta equação chega-se a fórmula específica para a definição do tamanho mínimo de amostra. Este tamanho mínimo garante que se $\bar{x}$ for usado como estimativa de μ , pode-se confiar 100(1- α)% de que o erro $|\bar{x} - \mu|$ não excederá um valor especificado (MONTGOMERY, 1999).

Assim, o tamanho n necessário depende da precisão e_0 e do nível de significância de $1 - \alpha$ adotados e a fórmula está apresentada na Equação 2.2.

$$N = \left(\frac{t_{n-1; \alpha/2} * s_t}{e_0} \right)^2 \quad (2.2)$$

Onde:

- N é o tamanho da amostra necessária;
- n é o tamanho da amostra coletada;
- t é o valor da distribuição t-student para determinados valores de n e α ;
- α é o nível de confiança ($1-\alpha$);
- s_t é a variância da amostra;
- e_0 é a precisão absoluta ($e_0 = e_r * \bar{x}$);

Se o N calculado é maior do que o tamanho da amostra obtida, indica a necessidade da coleta de mais dados, para que seja recalculado o tamanho necessário, até que este seja menor que a quantidade de valores obtida.

É importante notar que o tamanho da amostra necessária aumenta tanto com a diminuição do erro admissível e_0 (maior precisão) como com o aumento do nível de significância $1-\alpha$ requerido.

2.2.3. Distribuições

Distribuição Normal

Com os dados já coletados, serão calculadas a média e o desvio padrão de cada etapa do processo a partir da Equação 2.3 e Equação 2.4.

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} \quad (2.3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2.4)$$

Determinados estes valores, o próximo passo consiste em analisar a aderência dos dados à distribuição normal, cuja distribuição é definida pela Equação 2.5

$$f(x) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2}, \text{ para } -\infty < x < \infty \quad (2.5)$$

O valor simplificado é definido pela Equação 2.6 e a distribuição está representada na Figura 2-4.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2.6)$$

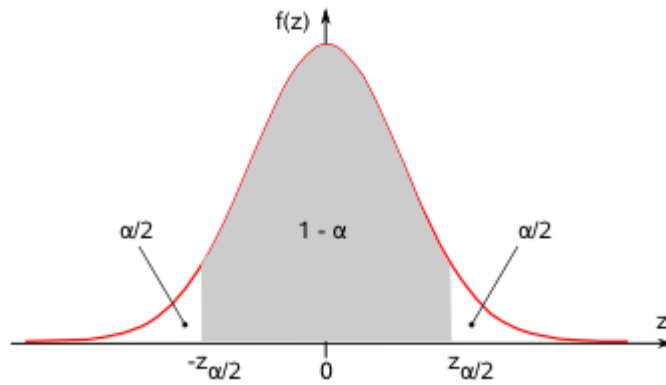


Figura 2-4 - Distribuição Normal

Lognormal

A distribuição lognormal apresenta como distribuição característica a apresentada na Figura 2-5. Seu domínio pode ser definido como: $0 \leq x < +\infty$.

A função densidade de probabilidade é definida por:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(\ln(x)-\mu)^2}{2\sigma^2}}, & x > 0 \\ 0 & , \text{ caso contrário} \end{cases}$$

Seus principais parâmetros são:

- μ : parâmetro de escala ou posição e
- σ : parâmetro de forma ou de dispersão; números positivos reais

A média e a variância são calculadas da seguinte forma:

- Média: $e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$
- Variância: $e^{2\mu + \sigma^2} * (e^{\sigma^2} - 1)$

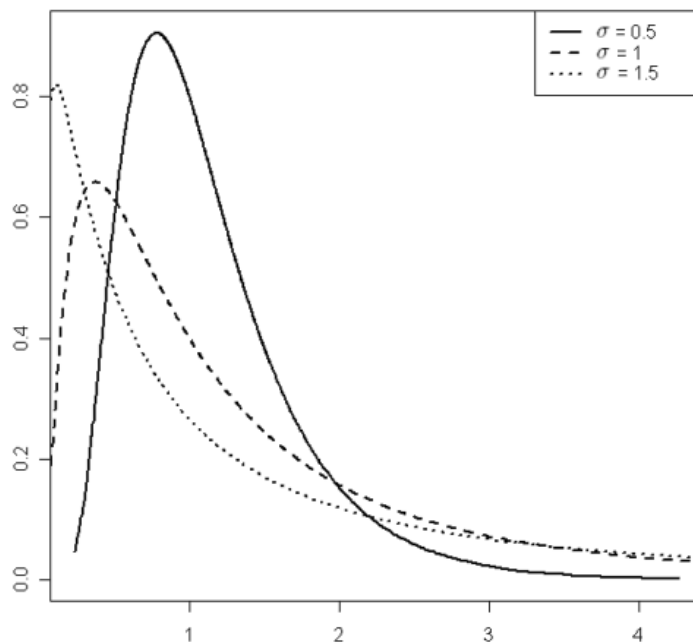


Figura 2-5 - Distribuição característica Lognormal

2.2.4. Testes de aderência

Aderência à distribuição normal

Dentre os diversos métodos existentes para avaliar a normalidade à distribuição normal, serão considerados no presente trabalho três deles:

Teste *Ryan-Joiner* (RJ) – visa analisar se os dados provêm ou não de uma distribuição normal. Caso o modelo seja adequado, o gráfico obtido com os dados da amostra fornecerá uma linha reta. A base deste modelo é a construção de um modelo de regressão para verificar a aderência e o ajuste do modelo de regressão.

Teste de *Anderson-Darling* (AD) - Este teste é utilizado também para avaliar a aderência para modelos contínuos. Mais adequado para amostrar maiores que 50, no entanto pode ser utilizado também para amostras menores.

Teste de *Shapiro-Wilk* (SW) - Um dos métodos utilizados para se verificar a normalidade dos dados de uma amostra. É um dos mais indicados quando o tamanho da amostra é inferior a 50.

Para os três testes, a idéia geral é testar as seguintes hipóteses, dada uma amostra de tamanho n , observada de uma variável aleatória X :

- H0: X tem distribuição normal
- H1: X não tem distribuição normal

Enquanto os dois métodos terão seus coeficientes calculados pelo software Minitab, o terceiro método será calculado através das fórmulas específicas, cujo procedimento está apresentado no ANEXO A – Teste de aderência *Shapiro-Wilks*

Testes de aderência a outras distribuições

Para os casos em que a amostra não for aderente à distribuição normal, serão realizados outros testes utilizando para todos estes a ferramenta *Anderson-Darling* no Minitab, cujo coeficiente calculado induzirá a conclusão a respeito da aderência ou não à distribuição estatística analisada.

2.2.5. Regressões

Regressão Linear

A regressão linear será utilizada para avaliar a dependência do tempo em certas etapas em relação às respectivas variáveis que influenciam no tempo (uma variável por tempo da etapa)

Para os casos de regressão linear simples, isto é, há um único regressor X e uma variável dependente resposta Y, a relação entre as variáveis pode ser dada por uma reta que pode ser definida pela Equação 2.7.

$$E(Y|x) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2.7)$$

O coeficiente β_0 corresponde à intersecção com o eixo Y e β_1 é a inclinação da reta. Toma-se cada observação como $Y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon$, em que ϵ é o erro aleatório. Supondo que haja n pares $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, o cientista alemão Karl Gauss (1777-1855) propôs a estimação dos parâmetros β_0 e β_1 de modo a minimizar a soma dos quadrados dos desvios verticais.

Este critério, chamado de método dos mínimos quadrados, serve para estimar os coeficientes de regressão. Podem-se expressar as n observações da amostra como:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

A soma dos quadrados dos desvios das observações em relação à linha de regressão obtida é dada pela Equação 2.8.

$$L = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2 \quad (2.8)$$

Os estimadores de mínimos quadrados de β_0 e β_1 , $\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$, têm de satisfazer A Equação 2.9 e a Equação 2.10.

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_0 \hat{\beta}_0 \text{ e } \hat{\beta}_1} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) = 0 \quad (2.9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_1 \hat{\beta}_0 \text{ e } \hat{\beta}_1} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) x_i = 0 \quad (2.10)$$

Estas equações simplificadas resultam nas Equações 2.11 e 2.12:

$$n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (2.11)$$

$$\hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_i + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i * x_i \quad (2.12)$$

Por fim, chega-se às fórmulas das estimativas da intersecção ($\hat{\beta}_0$) e da inclinação ($\hat{\beta}_1$) no modelo de regressão linear simples, apresentadas na Equação 2.13 e na Equação 2.14.

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \quad (2.13)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i * x_i - \frac{\sum_{i=1}^n y_i * \sum_{i=1}^n x_i}{n}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}} \quad (2.14)$$

Em que: $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ e $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

Assim, a reta estimada ou ajustada pela regressão é a Equação 2.15.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x \quad (2.15)$$

Regressão Múltipla

A regressão múltipla será utilizada para avaliar a dependência do tempo consumido nas etapas em relação às variáveis existentes (duas ou mais) na respectiva etapa.

A Equação 2.16 apresenta o modelo de regressão múltipla com aditivo geral.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_k * x_k + \epsilon \quad (2.16)$$

Onde $E(\epsilon) = 0$ e $V(\epsilon) = \sigma^2$. Além disso, para testar hipóteses e calcular ICs ou IPs, admite-se que ϵ seja normalmente distribuído.

Suponha que um modelo de regressão múltipla contenha duas variáveis de previsão, x_1 e x_2 . Então o conjunto de dados compreenderá n triplos $(x_{11}, x_{21}, y_1), (x_{12}, x_{22}, y_2), \dots, (x_{1n}, x_{2n}, y_n)$. Neste ponto, o primeiro número subscrito em x refere-se ao preditor e o segundo ao número da observação. De maneira geral, com k preditores, os dados compreenderão $n * (k - 1)$ -tuplas $(x_{11}, x_{21}, \dots, x_{k1}, y_1), (x_{12}, x_{22}, \dots, x_{k2}, y_2), \dots, (x_{1n}, x_{2n}, \dots, x_{kn}, y_n)$, onde x_{ij} é o valor do i -ésimo preditor x_i associado com o valor observado y_j . Supõe-se que os y_j s foram observados independentemente, de acordo com o modelo. Para estimar os parâmetros $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$, utilizando o princípio dos mínimos quadrados, calcula-se a soma dos desvios quadrados dos y_j s observados com base em uma função teste $Y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + \dots + b_k * x_k$:

$$f(b_0, b_1, \dots, b_k) = \sum_j [y_j - (b_0 + b_1 * x_{1j} + b_2 * x_{2j} + \dots + b_k * x_{kj})]^2 \quad (2.17)$$

As estimativas dos mínimos quadrados são aqueles valores dos b_i s que minimizam $f(b_0, b_1, \dots, b_k)$. Calculando a derivada parcial de f em relação a cada b_i ($i=0, 1, \dots, k$) e igualando todas as parciais a zero, obtemos o seguinte Sistema de Equações 2.18:

$$\left\{ \begin{array}{l} b_0 * n = b_1 * \sum x_{1j} + b_2 * \sum x_{2j} + \dots + b_k * \sum x_{kj} = \sum y_j \\ b_0 * \sum x_{1j} + b_1 * \sum x_{1j}^2 + b_2 * \sum x_{1j} * x_{2j} + \dots + b_k * \sum x_{1j} * x_{kj} = \sum x_{1j} * y_j \\ b_0 * \sum x_{1j} + b_1 * \sum x_{2j} * x_{1j} + b_2 * \sum x_{1j}^2 + \dots + b_k * \sum x_{2j} * x_{kj} = \sum x_{2j} * y_j \\ \vdots \\ b_0 * \sum x_{1j} + b_1 * \sum x_{1j} * x_{kj} + b_2 * \sum x_{1j} * x_{2j} + \dots + b_k * \sum x_{kj}^2 = \sum x_{kj} * y_j \end{array} \right. \quad (2.18)$$

Essas equações são lineares nas incógnitas $b_0, b_1, \dots, b_k$. Solucionando este sistema, obtêm-se as estimativas dos mínimos quadrados $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$. A solução do sistema de equações é mais adequada ao utilizar um software estatístico.

$$\hat{\sigma}^2 \text{ e } R^2$$

Se substituirmos os valores dos previsores das observações sucessivas na equação da regressão estimada, obteremos os valores previstos ajustados $\hat{y}_1, \hat{y}_2, \dots, \hat{y}_n$. Os resíduos serão as diferenças $y_1 - \hat{y}_1, \dots, y_n - \hat{y}_n$. Quanto menores e mais próximos os resíduos estiverem de 0, mais eficazmente a equação estimada preverá os valores de y que correspondem aos valores dos previsores em nossa amostra.

Da mesma maneira que na regressão linear simples e na regressão polinomial, a estimação de σ^2 baseia-se na soma dos resíduos quadrados apresentados na Equação 2.19.

$$SQE = \sum (y_j - \hat{y}_j)^2 = \sum [y_j - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 * x_{1j} + \dots + \hat{\beta}_k * x_{kj})]^2 \quad (2.19)$$

Uma fórmula eficiente para calcular SQE é empregada pela maioria dos softwares estatísticos. Pelo fato de $k+1$ parâmetros ($\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$) terem sido estimados, $k+1$ gl são perdidos, de modo que $n - (k + 1)$ gl está associado a SQE, e chega-se a Equação 2.20:

$$\hat{\sigma}^2 = s^2 = \frac{SQE}{n - (k + 1)} = QME \quad (2.20)$$

Sendo $SQT = \sum (y_i - \bar{y})^2$, a proporção de variação total explicada pelo modelo de regressão múltipla é calculada por $R^2 = 1 - \frac{SQE}{SQT}$, que corresponde ao coeficiente de determinação múltipla. Como na regressão polinomial, R^2 é frequentemente ajustado ao número de parâmetros do modelo pela Equação 2.21.

$$R_a^2 = \frac{[(n - 1) * R^2 - k]}{[n - (k + 1)]} \quad (2.21)$$

A raiz quadrada positiva deste coeficiente de determinação múltipla denomina-se coeficiente de correlação múltipla R. É possível mostrar que R é o coeficiente de correlação amostral r entre os y_j s observados e os $\hat{y}_j$ s previstos (isto é, usando $x_j = \hat{y}_j$ na fórmula de r obtém-se r = R).

2.3. Simulação

O termo “Simulação” possui diversos significados. Segundo o *Oxford American Dictionary* (1980), este termo é definido como um modo de reproduzir as condições de uma dada situação, através de um modelo, para um determinado estudo, teste ou outra finalidade. Existem diversas outras definições, tais como “simulação é a modelagem de um processo ou sistema de modo que o modelo represente as respostas do sistema atual a eventos que podem ocorrer ao longo do tempo” (SCHRIBER, 1987).

Modelos de Simulação

A simulação pode ser classificada inicialmente em dois tipos: computacional e não-computacional. No presente estudo será utilizada a primeira opção (computacional). Este tipo de simulação, de acordo com LAW e KELTON (2000), é a imitação de um sistema real modelado em um computador e nele são executados experimentos para avaliar e melhorar o desempenho.

Dentro desta classificação, as simulações podem ser classificadas em três tipos: Monte Carlo, que utiliza geradores de números aleatórios e o tempo não é considerado explicitamente como uma variável; Contínua, que geralmente utiliza equações diferenciais para calcular o valor das variáveis ao longo do tempo; e a Discreta, que analisa as mudanças de estado do sistema a partir da ocorrência de eventos, em momentos discretos do tempo.

Por se tratar de um processo discreto, onde os estados do sistema se alteram conforme eventos ocorrem, o modelo utilizado será o do tipo computacional discreto.

Aplicações

Após a definição do tipo de simulação utilizada, podem-se destacar algumas aplicações como: aeroportos e portos, bancos, cadeias logísticas, centrais de atendimento, escritórios, hospitais, parque de diversões restaurantes, supermercados, dentre outros.

Levando-se em conta que o presente estudo diz respeito à cadeia logística dentro do Centro de Distribuição de uma empresa, pode-se concluir que o modelo é aplicável ao estudo.

Metodologia

Definido o modelo de simulação a ser seguido, devem-se seguir alguns passos conhecidos como “metodologias de simulação ou “ciclos de vida de um modelo de simulação” (LAW e MCCOMAS, 1991)

De uma forma geral, o desenvolvimento do modelo de simulação é composto de três grandes etapas:

- Concepção/Formulação do modelo;
- Implementação do modelo;
- Análise dos resultados do modelo.

Na primeira etapa, o analista deve entender o processo a ser modelado e seus objetivos, definir as hipóteses e o escopo e o nível de detalhamento. Após estas etapas, o analista deve elaborar um modelo conceitual, que servirá para o entendimento de outras pessoas e conduzirá a coleta dos dados necessários.

Na segunda etapa, de implementação, o modelo conceitual elaborado deve ser convertido em um modelo computacional. Este modelo será posteriormente validado, através de alguns resultados gerados e comparados com os valores reais, conforme os objetivos pré-estabelecidos.

Por fim, na terceira etapa, o modelo computacional está pronto para dar origem ao modelo experimental ou operacional, que será realizado diversas vezes e os resultados serão analisados e documentados. A partir destes resultados, recomendações e conclusões podem ser feitas. Caso o resultado não seja satisfatório, o modelo poderá ser revisto e o ciclo reiniciado. Esta metodologia está apresentada de forma gráfica na Figura 2-6

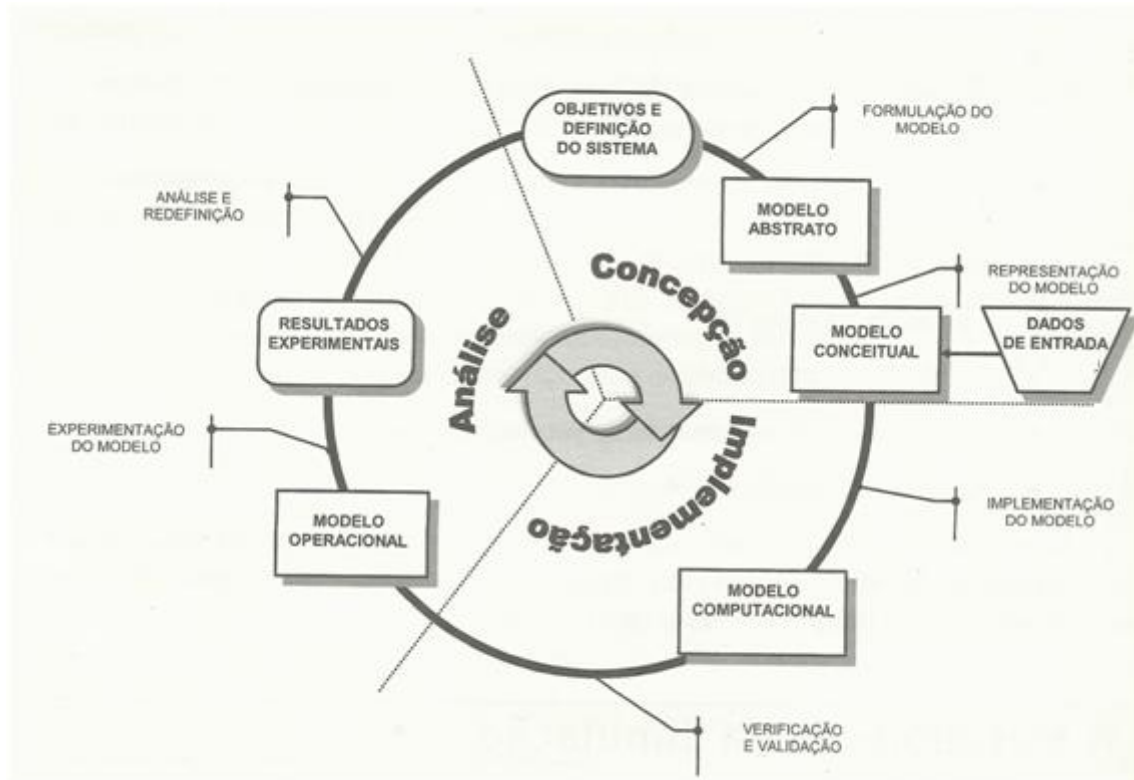


Figura 2-6 - Metodologia de Simulação (Adaptado de CHIWIF E MEDINA, 2007)

Benefícios

A simulação computacional apresenta uma série de benefícios e razões para sua utilização (Freitas, 2001):

- Experimentar com o sistema real não é adequado, em virtude de diversos eventos que poderiam representar grandes transtornos;
- Experimental com o sistema real exige grande despesa, é caro. Desta forma, utilizar a simulação evita gastos com paradas e modificações na operação do sistema;
- O sistema real pode ainda não existir, desta forma a simulação é utilizada como ferramenta de planejamento futuro).

Além disso, uma das grandes vantagens da utilização da simulação computacional é a possibilidade de realizar estudos explorando o conceito *what-if* (“O que aconteceria se...”), isto é, poderia analisar como o modelo operaria em cenários hipotéticos. Talvez seja este o maior apelo e vantagem da simulação, pois se pode analisar alterações de cenário tanto em sistema já operantes, visando sua melhoria, como em novos sistemas na tentativa de identificar o modo mais eficiente de implantação e operação.

Por fim, o ProModel®, software escolhido para ser feita a simulação fornece diversos relatórios e possibilidades de cálculos e análises de todo o processo.

Justificativa Econômica

De acordo com HARREL et al. (2000), os custos são sempre importantes quando se considera utilizar qualquer software como ferramenta e com a simulação não é diferente. A razão disto é que a simulação não deve ser usada se os custos são maiores que os benefícios esperados. Segundo o autor, é muito importante que os erros sejam corrigidos na fase inicial do projeto, pois os custos de correção crescem com um fator de 10 vezes para cada estágio de desenvolvimento.

Uma comparação do custo acumulado de um sistema com e sem simulação mostra que apesar de no curto prazo a simulação apresentar um custo maior, mas é nesta fase onde é planejado um sistema mais eficiente, que acarretará na redução dos custos no longo prazo.

De acordo com SAAD (2003), a simulação é a forma de custo mais baixo para se obter resultados importantes sobre o processo, sendo este o principal motivo para criar o modelo.

Validação e Verificação

Todo e qualquer modelo de simulação necessita ser validado e verificado. Embora possa haver uma confusão entre elas, sobretudo pela semelhança fonética, seus conceitos são bastante distintos.

A validação diz respeito ao modelo conceitual. Isto é, validar um modelo corresponde a responder a seguinte pergunta “Será que estamos desenvolvendo o modelo correto?”.

Já o termo verificação está relacionado ao modelo computacional. Neste caso, a pergunta que deve ser respondida é “Será que estamos desenvolvendo o modelo corretamente?”. “Verificar”, de forma mais simplista, corresponde a retirar os elementos do sistema que estão causando o mau funcionamento do modelo. A Figura 2-7 ilustra a relação destes conceitos.

Há diversas técnicas que podem ser utilizadas para validar um modelo, tais como: implementação modular, valores constantes ou simplificados vs. Cálculos manuais, utilização de depurador, simulação manual, animação visual e revisão em grupo. Já para a validação há outras técnicas, como o teste de Turing, duplicação de modelos, comparação com modelos anteriores e validação “face a face”.

Apesar destas diversas técnicas, SARGENT (2008) diz que a validação é difícil de ser realizada em virtude de todas as complexidades que a envolvem, sobretudo devido às

aproximações e premissas para a construção do modelo que fazem com que os resultados gerados apresentem estatisticamente o mesmo comportamento do sistema real.

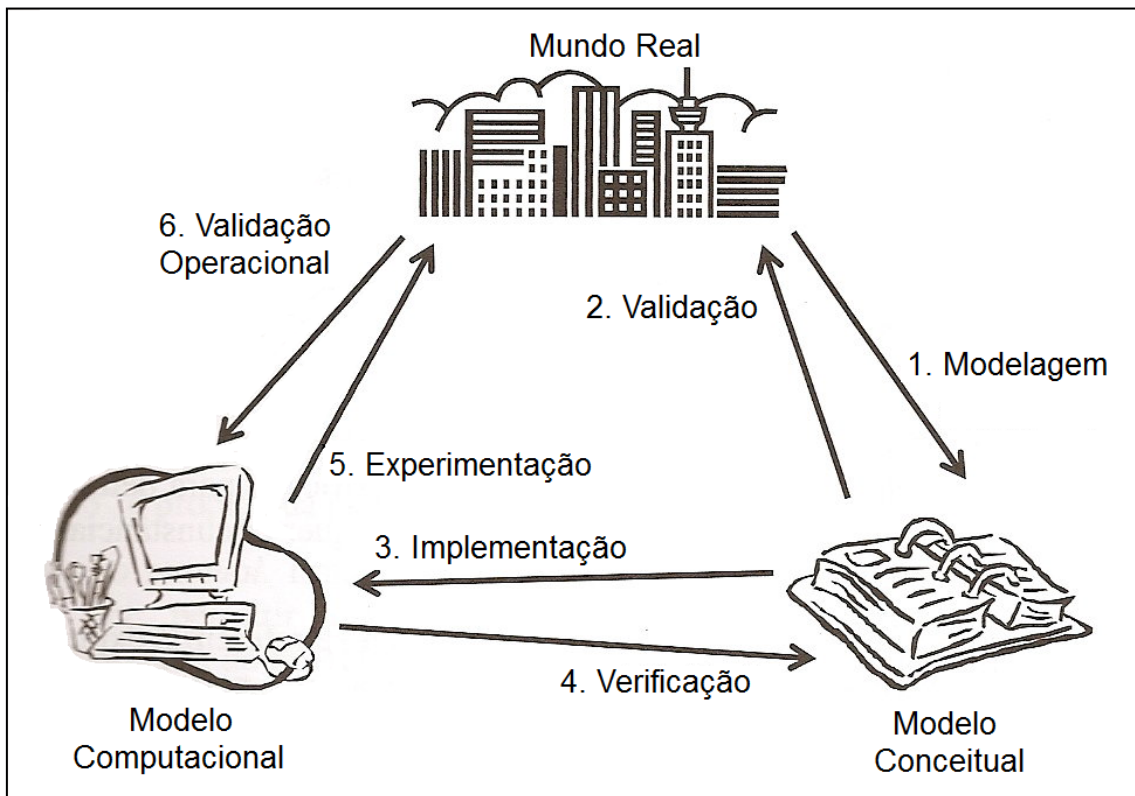


Figura 2-7 - Conceitos Fundamentais da Validação e Verificação (CHWIF e MEDINA, 2006)

3. METODOLOGIA ADOTADA

Para iniciar este estudo, o primeiro passo envolveu entender todo o processo a ser estudado, desde a chegada do veículo para o carregamento até a saída do mesmo. Para isso, foram realizadas diversas visitas ao CD, onde foi possível obter inicialmente uma visão geral do processo, identificando as macro-etapas do processo. Após isso, foram efetuadas observações pontuais, com a permanência por um longo tempo, entre três a quatro horas, em cada macro-etapa do processo, para que fossem identificadas todas as etapas que a compõem, além de perceber a dinâmica de cada tarefa envolvida.

Após esta observação, foi elaborado um esboço do fluxograma do processo, que depois foi alterado conforme novas observações foram constatadas e validadas. Com o fluxograma elaborado e as tarefas definidas, puderam ser determinadas todas as etapas que seriam medidas, as pessoas que seriam entrevistadas e quais fatores seriam considerados em cada etapa.

Durante as medições de tempo foram realizadas as entrevistas. Todo o processo de medição dos tempos foi programado ao longo dos primeiros meses do estágio, para que fossem obtidos todos os dados necessários. Além disso, no final deste período de medição foram realizadas medições adicionais nas etapas em que a quantidade obtida havia sido insuficiente. As medições podem ser classificadas em três tipos, que serão explicadas na seção 3.1.

Com os dados obtidos, foi realizada uma análise estatística dos dados, para que pudesse ser determinada a duração média de cada etapa, além de concluir se a amostra utilizada em cada etapa foi suficiente ou não.

Com todos os tempos operacionais definidos, foi elaborado um gráfico de atividades, para que fossem identificadas quais etapas poderiam ser antecipadas de modo a reduzir o tempo total de atendimento.

Por fim, com todo o estudo anterior realizado, foram propostas melhorias no processo, tanto para a redução do tempo de atendimento, como o atendimento das janelas e na realização das etapas por parte dos funcionários. Além disso, possíveis alterações de layout foram consideradas. Uma simulação com o ProModel® foi realizada para analisar variações de cenários e comparar o processo de expedição atual com o proposto.

3.1. Coleta de dados para estudo de tempos

A medição dos tempos foi dividida em três etapas:

1. **Medição individualizada por etapa**, sendo previsto um tempo mínimo de permanência em cada setor do processo de quatro horas por turno. Considerando um número total mínimo de 30 medições por etapa, para que uma amostra inicialmente aceitável pudesse ser coletada, foram realizadas medições em dois turnos e três períodos do mês, pelo menos cinco medições por período por turno. Desta forma, caso o tempo previsto inicialmente fosse insuficiente para registrar ao menos cinco valores, o tempo de permanência para medição deveria ser aumentado, seja no mesmo dia, ou programado um novo dia no mesmo setor, com as mesmas características de período e turno.

Esta medição inicial forneceu além da média do processo, sua variância e a probabilidade de ocorrência de algum problema, além de ser possível listar os problemas que ocorreram. Assim, foi possível identificar quais etapas apresentam os maiores problemas, possibilitando tomar ações para sua solução ou melhoria. Foram fixados os melhores tempos como *benchmark*.

2. Após a medição de cada etapa individualmente, era necessário que fossem calculados os **tempos de trânsito**, seja do motorista a pé, seja do motorista com seu veículo, que percorrem longas distâncias, ou o tráfego de informações e documentos.

Para esta etapa de medição, além da definição das etapas de trânsito a serem determinadas, através da definição do início e término do percurso, foi importante demarcar o que estava trafegando, e qual a distância percorrida, para que pudesse ser efetuado o cálculo. Além disso, foi útil destacar quais etapas influenciam no tempo total do processo, e quais não influenciam, pois esta informação seria utilizada quando fosse realizado um gráfico de atividades com uma régua de tempo.

3. É evidente que o **tempo total do processo** não corresponde a soma dos tempos de processo de cada etapa e dos tempos de trânsito, pois há períodos de ociosidade, além de filas e esperas. Para a identificação destes períodos e sua duração, é importante acompanhar um DT do início ao fim para medir todos os seus tempos, tanto de processo, como de espera. Para tal, é importante acompanhar o motorista durante todo o processo. Para efetuar esta última etapa de medição, os tempos registrados

corresponderam ao tempo de processo em cada setor, e não mais por etapas no mesmo setor, pois se torna inviável medir cada etapa acompanhando o processo do lado do motorista, e não mais dos funcionários e operadores. Além do mais, o objetivo desta parte era analisar os momentos de espera e ociosidade, e não mais a duração de cada etapa.

No entanto, acompanhar uma única DT por vez dificultaria a tomada de um número significativo de medições, visto que o tempo total do processo é longo. Sendo assim, tornava-se perigoso tomar tempos médios através de um tamanho baixo de amostra, pois poderia ser prejudicado por medições que apresentassem problemas e afetassem a média geral. Por esta razão, foram obtidos dados de tempo extras de planilhas eletrônicas, preenchidas em cada etapa pelos setores correspondentes. Tais tempos obtidos foram comparados aos tempos medidos (amostra baixa) e analisados se eram coerentes, isto é, se os tempos medidos eram condizentes com os dados obtidos pelas fontes de dados consultadas. Caso fossem condizentes, tais dados seriam utilizados para obter uma amostra com tamanho adequado, para o cálculo dos tempos médios entre cada setor do processo..

Juntando as três etapas de medições, é possível traçar um gráfico de atividades com régua de tempo, determinando a duração de cada período. Um exemplo inicial de tal está representação é dado na Figura 3-1. A análise é feita através dos locais ou setores do processo.

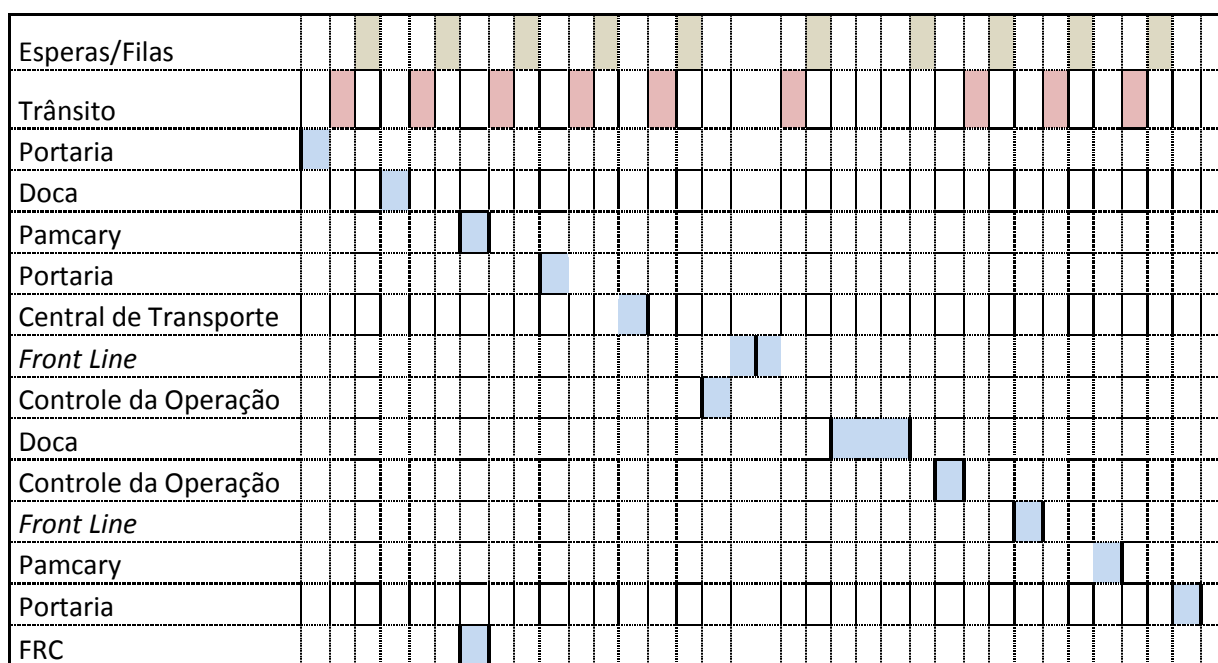


Figura 3-1- Gráfico de atividades com régua de tempo

Neste modelo, não há uma representação exata dos tempos de fluxo em cada setor e entre setores. O tempo em cada setor, colorido com a cor azul foi obtido pela primeira etapa de medição, através da medição de cada etapa dentro do setor, onde deveria ser considerado um intervalo de tempo de processo. Os tempos de trânsito, pintados de rosa, foram obtidos na segunda etapa de medição.

Já os tempos obtidos na terceira etapa foram utilizados para definir em que momento, em média, ocorre a passagem por cada setor. Tais dados correspondem às barras pretas, localizadas nas figuras azuis. Se localizada a esquerda, significa que a medição corresponde ao início do processo no determinado setor; se localizada a direita, a medição corresponde ao término do processo no respectivo setor e se localiza no centro, significa que a medição ocorre aproximadamente na metade do processo no setor. Desta forma, através destas medidas foi possível identificar os tempos de espera e ociosidade, para que sejam tomadas ações de melhoria, na tentativa de minimizar ou até mesmo eliminar tais tempos.

Para efeito de cálculo dos tempos, foi utilizada a seguinte regra:

- para as etapas mais rápidas, com tempo médio previsto de até 5 minutos, a precisão utilizada foi de segundos;
- para as etapas com tempo médio previsto de mais de 5 minutos, a precisão adotada foi de minutos.

Considerando o fato de que há dois tipos de etapas, as que ocorrem em todos os ciclos, sem exceção, e as que ocorrem de forma esporádica, geralmente condicionadas por alguma característica peculiar do ciclo analisado, o nível de confiança para a determinação do tamanho da amostra necessária deverá ser diferente para cada tipo de etapa. No caso das atividades esporádicas, não há a necessidade de uma precisão alta, visto que ocorrem com pouca frequência, desta forma, não será calculado um tamanho mínimo de amostra, e será adotada a média da amostra como a média de sua distribuição.

Além disso, para as etapas com curta duração, isto é, tempo médio menor que 100 segundos, o efeito da variação dentro da amostra é considerável no cálculo do tamanho da amostra necessária, porém é muito pequeno em relação à duração total do ciclo. Por esta razão, o nível de confiança considerado será menor e a precisão também menor, visto que não há necessidade de grande precisão na determinação da duração média de tais etapas.

Desta forma, para as etapas de menor duração foram assumidas um nível de confiança de 85% e erro relativo (precisão) de até 15%, e para as de longa duração um nível de confiança de 90% e erro relativo de até 10%.

3.2. Entrevistas

Para o melhor entendimento das etapas do processo analisado, é importante que sejam realizadas entrevistas com as pessoas envolvidas.

Para isso, foi elaborado um roteiro abrangendo perguntas gerais, a serem utilizadas com todos os entrevistados, para se obter uma visão geral do processo, além de perguntas específicas para cada etapa. O roteiro com as perguntas gerais e específicas está disponível no APÊNDICE B.

Assim como as perguntas do roteiro, o resumo das respostas encontra-se no mesmo Apêndice e não serão mencionadas neste momento em virtude de que os principais pontos levantados serão mencionados e levados em conta à medida que se mostrarem necessários.

4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO ATUAL

A primeira etapa realizada do projeto foi conhecer todo o processo, identificar suas etapas e descrevê-las, isto é, explicar o que ocorre em cada setor e em cada etapa dentro deste setor, para que seja possível, a partir disto, elaborar o fluxograma do processo de expedição.

4.1. Descrição das etapas do processo

Após a realização das primeiras visitas e observações, foi possível detalhar e ordenar as etapas que ocorrem ao longo de todo o processo a ser estudado. Tal explicação e ordenamento podem ser vistos a seguir:

1. Recebimento dos pedidos dos clientes

Os clientes enviam os pedidos para o GRC, que ao receberem o mesmo realizarão seu tratamento.

2. Tratamento dos pedidos

Os pedidos são então tratados, isto é, é realizada a conferência da situação do cliente, e caso esteja de acordo, sem pendências, é dada continuidade ao processo.

3. Back Order / Alocação dos pedidos

Os pedidos são alocados em pedidos conforme os produtos que compõem o pedido se encontram disponíveis em estoque.

4. Agrupamento dos pedidos em Documentos de Transporte (DT) dos clientes agendados e dos normais

Os pedidos existentes são agrupados em Documentos de Transporte (DT), seguindo os agendamentos já realizados e aqueles que ainda não foram realizados e o limite do veículo, tanto de volume quanto de carga. Isto é, os pedidos com o mesmo cliente, com mesma cabeça de rota, cidade destino ou outra característica em comum são agrupados até que seja alcançada uma carga total aceitável. Em outras palavras, são agrupados de forma que compense contratar um veículo para entregar todos estes pedidos.

5. Agrupamento de DTs em Ordens de Coleta

Os DTs gerados são agrupados em Ordens de Coleta (OC), isto é, são definidos quais DTs serão carregados em um mesmo veículo através de uma Ordem de Coleta. Na maioria dos casos, uma Ordem de Coleta tem apenas um DT. Os DTs são impressos e divididos por transportadora na área de expedição, para que possa ser realizado o *Picking* dos produtos fracionados com antecedência.

Para a realização do *Picking* são emitidas OTs (Ordens de Transporte) no qual são somadas as quantidades de cada SKU dos pedidos contidas nos DTs para que facilite a seleção e separação dos produtos.

6. Roteirização dos clientes agendados e normais

Há uma lista de clientes com necessidades particulares de agendamento, como dia específico da semana, horário, necessidade de agendamento por telefone com antecedência de uma determinada quantidade de horas, dentre outras especificações. Para estes clientes, seus pedidos são roteirizados e agendados conforme as exigências existentes.

7. Preenchimento das janelas

Com os DTs definidos e as datas de coletas agendadas, deve-se destinar cada um deles a uma janela e uma doca. Para isso, os diversos fatores já mencionados anteriormente são levados em conta.

8. Envio dos DTs por email para a transportadora

Os DTs são enviados por email para as transportadoras com antecedência, para que as mesmas disponibilizem os veículos necessários para o carregamento nas datas e janelas devidas.

9. Follow Up

Após a confirmação de coleta pela transportadora, é realizado o *Follow Up* pela Central de Transporte, que consiste no contato contínuo com a transportadora para obter informações atualizadas sobre o veículo, se chegará no tempo esperado, dentre outras informações.

10. Chegada do veículo

O veículo da transportadora chega ao CD, com a Ordem de Coleta impressa que foi enviada por email previamente para a mesma, respeitando as janelas. Em alguns casos a OC é impressa na Portaria.

11. Portaria

O motorista se apresenta e entrega a OC. A ordem de coleta é carimbada, no verso, com o *check list* de vistoria e um aviso para os motoristas de que é proibido o trânsito deles pelas docas.

12. Vistoria

O motorista é autorizado então a entrar no CD, dirigindo-se à doca 4 ou 5 para que seja realizada a vistoria, na qual são analisados diversos pontos como: carroceria e assoalho (se não existem frestas ou buracos), laterais e assoalho (se não existem pregos ou parafusos com pontas que possam danificar as embalagens), condições de higiene, forro, ausência de praga e odores, lâmpadas de segurança, etc.

13. Saída do veículo do CD para o aguardo da janela para carregamento

Após a realização da vistoria, o motorista deve retirar o veículo e deixá-lo no estacionamento externo até que seja chamado para ser carregado na janela correspondente.

14. Pamcary – Registro dos dados

O motorista apresenta a OC na Pamcary, para que o funcionário confira tal documento e registre diversos dados como: transportadora, data e hora, data e hora efetiva (momento em que o motorista é liberado pela Pamcary), CPF e CNH do motorista, placas do veículo, CNPJ da empresa, tipo de veículo e de carga, dentre outros.

15. Pamcary – Confirmação dados

Após o preenchimento desta planilha, é realizada uma consulta (telerisco) no sistema PACR, próprio da empresa de rastreamento, onde são fornecidos os seguintes dados: transportadora, CPF do motorista, CNPJ, Placas do veículo e código do motorista. Com estes dados, é verificado se há algum problema de cadastro ou outro tipo e fornecido o número de Liberação do Motorista, sendo preenchido na planilha anterior neste momento.

Na chegada do motorista podem ocorrer problemas relacionados ao cadastro do motorista ou veículo, tais como: cadastro vencido, sem cadastro, problemas na documentação, e falta de pagamento de alguma taxa pela transportadora para a Pamcary.

Se o veículo não é autorizado a prosseguir no processo, além do motorista entrar em contato com a transportadora, para tentar solucionar o caso, a Pamcary envia um relatório para a transportadora informando o ocorrido.

16. Pamcary – Cadastro Motorista e veículo

Para o registro de novos motoristas, é registrado o nome, telefone, celular, perfil (frota ou agregado), RG, estado civil, escolaridade, nascimento, quantidade de filhos, placa do cavalo e CNH.

17. Pamcary – Registro Embarque

Após esta confirmação, é registrado no PACR o embarque, sendo preenchidos os seguintes dados: transportadora, cliente, código do motorista, placas do veículo, data, hora, número de liberação, número da nota fiscal, valor da carga, origem e UF. Então é confirmado o embarque. Para dar continuidade ao processo, a OC deve ser carimbada pela Pamcary.

Quando vai mudar de turno, as ocorrências, pendências e imprevistos são registrados em uma ata para que o funcionário do novo turno saiba o que está em processo.

18. Pamcary – Confirmação sinal

Caso a carga tenha valor superior a R\$ 80.000,00, deve ser realizado o procedimento de rastreamento do veículo. Para isso, há o contato, via Nextel ou telefone fixo, com a central, para que confirme o sinal de rastreamento do veículo.

A maioria dos problemas na Pamcary é devido ao sinal de rastreamento que pode não ser obtido por instabilidade ou pelo fato da transportadora não ter passado o sinal, o que ocorre na maioria dos problemas. A empresa responsável pelo rastreamento é a Krona.

19. Pamcary – Vistoria Equipamento

Em alguns casos são realizadas vistorias (acompanhamento) de equipamentos de rastreio do veículo, como sensores de abertura de porta, sirene, bloqueios, pisca,

acionamento do engate, etc. Esta vistoria é um *checklist*, feito em conjunto com a central, que confirma ou não o funcionamento correto destes equipamentos.

Não são todos os veículos do dia que passam por este *checklist*, há uma carência de 30 dias para que sejam refeitos os testes. A escolha de qual veículo será avaliado é aleatória, porém obedecendo este período de carência, de modo que não ultrapasse os 30 dias. Fica registrado o horário em que o veículo passou pelo Krona. Caso não ocorram problemas, esta etapa dura cerca de 5 minutos apenas. Se há problemas no *checklist*, geralmente é resolvido em menos de meia hora.

20. Entrega da OC na portaria, após a vistoria e passagem pela Pamcary, se necessário

O motorista apresenta a OC com a vistoria realizada e confirmação de rastreamento pela Pamcary, caso seja necessário (carga com valor maior que R\$80.000,00). O funcionário confere todos os dados no sistema, e diversos dados, tais como: data e hora de entrada, placas do veículo, nome, RG e CNH do motorista, transportadora, Destino, DT(s) e tipo de operação.

Após isso, o funcionário carimba a OC, anota o RG do motorista e assina. Além disso, o motorista recebe um crachá, mediante cadastro, para poder entrar no CD sem o veículo e deixar a OC na Central de Transporte. Quando o transporte é FOB, não é realizado o seguro.

21. Entrega da ordem de coleta (Central de Transporte)

O motorista então deve levar a OC na Central de Transporte (CT). Então, a CT confirma se os dados estão de acordo com o registrado no SAP, registra o recebimento da OC e carimba tal documento. Caso haja algum erro, o mesmo deve ser identificado, e corrigido o DT, a OC e SAP.

22. Pesagem do veículo na entrada

Na entrada para o carregamento, ele para sobre a balança para a pesagem inicial, dirige-se à seção de recebimento (*Front Line*). Neste momento, o motorista fornece as seguintes informações que serão registradas no comprovante do peso: placa da carreta, tipo de operação (coleta, transferência, etc.), transportadora e nome do motorista.

23. Entrega da ordem de coleta no Controle da Operação (CO)

A CT transporta a OC para o Controle de Operação, que deve checar os dados e registrar a entrada na planilha de controle. Por fim, a OC é grampeada junto com o DT, para que possa ser coletada pelo conferente, que dará a ordem para que os produtos sejam transportados até a doca no momento oportuno. Os DTs juntos com as OCs correspondentes são separados por transportadora, para facilitar sua localização na área de expedição.

24. Realização do Picking Fracionado

No setor do *Picking* Fracionado (FRC) é realizada a conferência do material no setor no começo e no final do turno, a fim de identificar possíveis erros. A separação dos produtos é realizada para as cargas que vão carregar no turno correspondente e início do próximo.

O processo consiste em: pegar uma Ordem de Transporte (OT), para realizar o *Picking* correspondente; pegar um coletor; registrar os dados necessários no mesmo; digitar a OC correspondente; anotar os horários de início e o responsável; colocar os produtos especificados nos pallets, colocando os mais pesados primeiro; dar baixa dos produtos no coletor e registrar no papel os produtos selecionados e em qual *pallet* se encontra.

Para cada *pallet* completo, deve ser afixada uma folha, com o título SEPARADO, onde é preenchido o número do DT e do *pallet*;

- a. Se existir apenas um *pallet* na OT, deve ser escrito ÚNICO;
- b. Caso haja mais de um *pallet*, cada um deve ser registrado com seu número correspondente, e o último deve estar com o número e a palavra FIM ao lado.

O setor fracionado da área de *Picking* é dividido por produto, e os que já foram separados são alocados nos dois primeiros andares do primeiro *rack* demarcados com o DT corresponde, onde aguardam até o momento do carregamento. No Controle da Operação é impressa anteriormente a OT, permitindo que o *Picking* do fracionado seja feito com antecedência.

25. Transporte dos produtos até a doca

Para os itens que não compõem um *pallet* inteiro com um mesmo produto, chamados então de mistos, estes produtos já foram selecionados e separados previamente, ou pelo menos deveriam ser, antes da chegada do veículo para o carregamento.

Com a OC carimbada pela CT, a mesma é encaminhada para o Controle da Operação, que dará a ordem para que os *pallets* unitários e os mistos sejam transportados até a doca designada. Os *pallets* unitários são deslocados apenas no momento do carregamento do veículo.

26. Conferência dos produtos separados com os DTs

A leitura dos *pallets* inteiros é realizada com o coletor, e cada *pallet* que já foi lido é marcado com uma caneta para que o conferente saiba que já registrou o mesmo. Já para os *pallets* fracionados, a conferência é feita através da contagem visual da quantidade separada e conferência com o que está especificado no DT. Se estiver OK, o conferente faz uma marca no DT, registrando que o produto está de acordo. Se existir algum erro, solicita a correção. Tal informação é passada para o Controle da Operação.

O início do processo para o conferente ocorre quando o mesmo pega o DT no Controle da Operação para realizar a conferência. Já o fim ocorre quando o conferente entrega para o Controle da Operação o DT já conferido, com as quantidades que estão separadas para o carregamento.

O conferente da doca coleta a assinatura motorista, anota as placas do veículo e registra o fim do carregamento no *Picking-list*. Além disso, ele anexa a OC no DT e entrega a 2ª via do DT ao motorista e leva a 1ª ao escritório para dar baixa no SAP

27. Comparação entre o pedido e o separado na doca

O Controle da Operação, então, compara o que foi registrado com o DT, analisando se falta ou sobra algum produto. Caso falte, analisa se tem em estoque no momento, pois pode ser que no momento do *Picking* não havia e agora tenha. Se estiver, avisa o conferente, que deve adicionar esta nova inclusão no carregamento. Se estiver sobrando algum produto, solicita a retirada do mesmo da doca e transferência para os fracionados. O DT é então atualizado com as quantidades corretas e com o valor atualizado.

28. Carregamento do veículo

O veículo é carregado pelos operadores terceirizados, respeitando as limitações de sobreposição de alguns produtos e as restrições de peso e volume do veículo. Há diferentes tipos de carga e de caminhões que serão citados e explicados posteriormente.

29. *Baixa dos produtos separados para os DTs no SAP*

Após o carregamento ser autorizado, os dados do *Picking* são registrados no SAP, bem como a Saída de Mercadoria (SM). Além disso, é registrado o número do SM no *pick-list*.

30. *Transmissão do documento de controle para o Front Line (Recebimento)*

Nesta etapa o Controle de Operação envia para o *Front Line* os DTs atualizados, com as reais quantidades e valores para que possam ser emitidas as notas fiscais correspondentes. O Controle da Operação realiza uma análise por turno para ter controle da quantidade (em tons) atrasada e já programada. Além disso, realiza um controle do que já foi faturado e o que não foi, da quantidade referente à venda e à transferência e por tipo de carga. Por fim, eles realizam cálculos de tempo de permanência médio dos veículos.

31. *Pesagem Final*

Na saída é realizada a pesagem do veículo, onde é impresso o comprovante. No momento da impressão, o motorista deve fornecer a placa do veículo, e só é realizada a impressão caso os dados estejam condizentes com o registrado no SAP. O motorista deve então recolher o veículo para dentro do CD novamente e aguardar pela emissão das notas fiscais.

32. *Preenchimento da Ficha de Recebimento de DT*

Na saída o motorista entrega uma das DTs assinadas por ele (uma delas fica no Controle da Operação) no *Front Line*, para que sejam emitidas as notas fiscais e seja preenchida a Ficha de Recebimento de DTs. O funcionário confere os dados no SAP, para ver se está de acordo, e preenche esta ficha de controle.

O funcionário do *Front Line* deve realizar o *check out* de todos os DTs no SAP, registrando o momento de saída dos mesmos. Neste documento ele deve preencher diversos dados, tais como: DT(s) correspondentes, motorista, placas do veículo,

transportadora, data e hora de entrada e saída, existência de impostos; número das notas fiscais correspondentes, tipo de impostos, etc.

Há uma ordem cronológica que registra as notas fiscais que necessitam de recolhimento de impostos, para que seja realizado o pagamento seguindo tal ordem.

O motorista então assina este documento e recebe as notas fiscais correspondentes.

Há uma carta de correção, para que, caso ocorra alguma irregularidade, a mesma possa ser corrigida. Há uma lista com diversas irregularidades e o respectivo código para cada uma indicando a correção realizada e o histórico. Por fim, quando a ficha de recebimento de DT já tiver sido assinada e as notas fiscais entregues, é efetuado o *check out* das DTs no SAP.

33. Emissão das notas fiscais

O *Front Line* então emite a nota fiscal de cada pedido contendo todos os produtos carregados e quantidades, a placa do veículo, o motorista, o cliente e a transportadora.

34. Comparação do peso

Neste momento é comparado o peso de entrada com o de saída, considerando a carga carregada (produtos e *pallets*). Caso a diferença seja maior que 2%, para mais ou para menos, é estabelecido contato com o conferente para que avise o ocorrido. O conferente então avalia o caso e decide se libera a carga, visto que a diferença possa ser explicada por algum motivo previamente previsto ou encaminhado novamente para as docas para identificar o erro e corrigi-lo. Para os caminhões da frota própria a tolerância é de 2.000 kg de diferença, em virtude da diferença entre as carretas.

35. Análise se é FOB

Caso o transporte seja FOB, deve-se recolher o canhoto da nota fiscal, contendo o nome por extenso e RG do motorista e a data. Este canhoto deve ficar retido na Empresa e ser enviado por email para o GAT.

36. Espera pelo pagamento de impostos ou PIN SUFRAMA, caso exista

Caso o veículo tenha como destino alguma localidade em que há a cobrança de impostos ou o cliente seja da Zona Franca, o motorista deverá aguardar pela liberação do pagamento do mesmo.

O pagamento dos impostos é realizado pela célula central, que opera das 06h00min às 22h30min. Os comprovantes de pagamento do imposto, ou autorização para entrada na Zona Franca são afixados às notas fiscais e DTs que o motorista leva consigo.

As UFs que necessitam de recolhimento de ICMS ST são:

- MG – (vendas) – FOODS / SNACKS
- SC – (Transferência e Vendas) – FOODS / SNACKS
- BA – (SNACKS – Salgadinhos)
- RS – (Transferência e Vendas) – FOODS / SNACKS

As UFs que necessitam do PIN SUFRAMA, para atender os clientes da Zona Franca de Manaus são: AM, AP, RO, RR e AC.

Para todos os casos de ICMS e PIN SUFRAMA, devem ser enviadas por email as notas fiscais escaneadas, para que sejam feitos os pagamentos e retorne via email os comprovantes e sejam impressos.

37. Assinatura por parte do motorista e entrega das notas fiscais

Após a emissão das notas fiscais, recolhimento de impostos caso seja necessário e confirmação do peso, o motorista assina a ficha de recebimento de DT e leva consigo o(s) DT(s) carimbado(s) (pelo *Front Line*) e as respectivas notas fiscais.

Através do Mastersaf, um software específico, é possível enviar notas fiscais para outras localidades para que sejam impressas em outra unidade.

38. Confirmação do valor de carga e sinal de rastreamento

Na saída do veículo, é dada baixa no sistema PACR, onde são registrados o destino, UF, tipo de produto, quantidade e a rota que será feita. Após isso, é salvo um *Print Screen* da tela, para confirmar a liberação e registro. Caso o valor final da carga seja superior a R\$80.000,00, deve-se confirmar o sinal de rastreamento na Pamcary. Caso seja inferior, a saída é autorizada. Além disso, é registrada a data e hora de saída na planilha de controle. Por fim, o funcionário carimba o DT e assina, autorizando a saída.

39. Apresentação das notas fiscais e DT(s) na portaria

O motorista deve apresentar a OC na saída do veículo para que possa ser registrada sua saída.

40. Saída do Veículo

O veículo é autorizado a sair do CD e seguir viagem rumo ao seu destino.

4.2. Fluxograma do processo de expedição

Após a definição de todas as etapas que ocorrem, e explicitar a ordem, foi possível elaborar o fluxograma do processo de expedição, indicando as decisões a serem tomadas, os locais em que ocorrem, as atividades e os responsáveis, quando necessário. O fluxograma elaborado e validado após todas as observações feitas no processo atual é apresentado no APÊNDICE H. Além disso, há um esboço do fluxo existente, sobre a planta do local, apresentado no APÊNDICE J.

4.3. Delimitação das etapas

Após a elaboração do fluxograma e explicação das etapas do processo, o próximo passo é a identificação das etapas que serão medidas, bem como o momento de início e término de cada etapa. A definição das etapas, locais, início e término estão apresentados na Tabela 4-1 e Tabela 4-2.

Além disso, é importante classificar as atividades entre rotineiras (ocorrem em todos os ciclos) e esporádicas (não ocorrem em todos os ciclos, sendo subdividas em frequentes e raras). Tal classificação está disponível na Tabela 4-3.

Tabela 4-1 - Definição início e fim das etapas (continua)

Local	Etapas	Início	Fim
Portaria	Registro de dados / Carimbo de Vistoria	recebimento da OC	entrega da OC carimbada para o motorista
Doca	Vistoria do veículo	estacionamento do veículo na doca para vistoria	entrega da OC para o motorista com a vistoria realizada
Pamcary	Registro de dados	recebimento da OC	Registro do último dado na planilha de controle
Pamcary	Confirmação de dados	entrada do primeiro registro no PACR	Registro do último dado na planilha de controle
Pamcary	Cadastro do motorista	entrada do primeiro registro do cadastro	Registro do último dado no sistema
Pamcary	Cadastro de veículo	entrada do primeiro registro do cadastro	Registro do último dado no sistema
Pamcary	Registro de embarque	entrada do primeiro registro de embarque	Registro do último dado no sistema
Pamcary	Confirmação do sinal de rastreamento	início contato com a central para confirmar sinal	registro de confirmação de sinal na planilha
Pamcary	Vistoria dos equipamentos do veículo	chegada ao veículo para a realização da vistoria	conclusão da última etapa da vistoria
Portaria	Registro de dados/ carimbo	recebimento da OC	assinatura e entrega da OC para o motorista
Front Line	Pesagem inicial	estacionamento do veículo sobre a balança	saída do veículo da balança
Central de Transporte	Confirmação dados / transporte até Controle da Operação	coleta da OC na caixinha da CT	entrega da OC na caixinha do Controle da Operação
FRC	Realização do <i>Picking</i> Fracionado	recebimento da OC para realização do <i>Picking</i>	entrega da OT concluída para registro

Tabela 4-2 - Definição início e fim das etapas (conclusão)

Local	Etapas	Início	Fim
Controle da Operação	Conferência dados / ordem para transporte	coleta da OT na caixinha do Controle da Operação	Junção da OC à(s) DT(s) correspondentes
Doca	Transporte, Conferência e Carregamento	coleta da(s) DT(s) indicando o que precisa ser coletado	término carregamento último pallet/produto
Controle da Operação	Registro Controle da Operação	recebimento da leitura realizada pelo conferente	fim da baixa dos produtos no SAP e SM
Front Line	Pesagem final	estacionamento do veículo sobre a balança	saída do veículo sobre a balança
Front Line	Preenchimento da ficha de recebimento de DT	início preenchimento da ficha de recebimento de DT	assinatura do motorista na ficha de recebimento de DT e entrega das NFs
Front Line	Comparação de peso	início da somatória dos pesos	cálculo da diferença percentual de peso
Front Line	Emissão de notas fiscais	ordem para impressão das notas fiscais	término da impressão da última nota fiscal a ser impressa
Front Line	Pagamento de impostos / PIN SUFRAMA	Envio das notas fiscais para a central para efetuar pagamento	impressão do último comprovante de pagamento
Front Line	Chamada do motorista e assinatura	pedido para o vigilante chamar o motorista	assinatura da ficha de recebimento pelo motorista
Pamcary	Registro dos dados de saída	entrada do primeiro registro de saída	registro do último dado de saída do veículo no registro de embarque
Pamcary	Confirmação de sinal final de rastreamento	início contato com a central para confirmar sinal	registro de confirmação de sinal na planilha
Portaria	Liberação da saída	entrega das notas fiscais e DT(s) na portaria	entrega ao motorista da(s) DT(s) carimbada(s) e assinada(s)

Tabela 4-3 - Classificação Etapas

Local	Etapa	rotineiras	esporádicas	
			frequentes	raras
Portaria	Registro de dados / Carimbo Vistoria	X		
Doca	Vistoria do veículo	X		
Pamcary	Registro de dados	X		
Pamcary	Confirmação dos dados	X		
Pamcary	Cadastro de motorista			X
Pamcary	Cadastro de veículo			X
Pamcary	Registro de embarque	X		
Pamcary	Confirmação do sinal de rastreamento		X	
Pamcary	Vistoria de equipamentos do veículo			X
Portaria	Registro de dados/ carimbo	X		
Front Line	Pesagem Inicial	X		
Central de Transporte	Confirmação de dados/ entrada no SAP/ Transporte até CO	X		
FRC	Realização do <i>Picking</i> Fracionado		X	
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	X		
Doca	Transporte, Conferência e Carregamento	X		
Controle da Operação	Registro do Controle da Operação	X		
Front Line	Pesagem final	X		
Front Line	Preenchimento da ficha de recebimento de DT	X		
Front Line	Comparação de peso	X		
Front Line	Emissão das notas fiscais	X		
Front Line	Pagamento de impostos / PIN SUFRAMA			X
Front Line	Chamada do motorista e assinatura	X		
Pamcary	Registro dos dados de saída	X		
Pamcary	Confirmação do sinal final de rastreamento		X	
Portaria	Liberação da saída	X		

Além das etapas em que há a realização de atividade, há também as atividades de trânsito de pessoas e veículos, isto é, as atividades de locomoção entre uma etapa e outra, em que não há atividade propriamente dita no processo, porém demanda tempo.

Tais atividades têm seu início e término representados na Tabela 4-4, onde são registradas também quais unidades de medida serão utilizadas para o cálculo do tempo gasto, e as pessoas e objetos envolvidos.

Tabela 4-4 - Etapas de trânsito

Início	Fim	Objeto / Pessoa	Unidades medidas
portaria	doca	veículo/motorista	velocidade carro e distância
doca	estacionamento	veículo/motorista	velocidade carro e distância
estacionamento	Pamcary	motorista	velocidade caminhada e distância
Pamcary	portaria	motorista	velocidade caminhada e distância
portaria	CT	motorista	velocidade caminhada e distância
CT	estacionamento	motorista	velocidade caminhada e distância
estacionamento	pesagem	veículo/motorista	velocidade carro e distância
fim pesagem	doca	veículo/motorista	velocidade carro e distância
doca	pesagem	veículo/motorista	velocidade carro e distância
fim pesagem	estacionamento	veículo/motorista	velocidade carro e distância
estacionamento	Pamcary	motorista	velocidade caminhada e distância
Pamcary	portaria	motorista	velocidade caminhada e distância
portaria	estacionamento	motorista	velocidade caminhada e distância

4.4. Classificação dos tipos de carga e veículo

Tipos de Carga

Considerando que o tempo total de permanência do veículo no CD é bastante influenciado pelo tempo de carregamento e este depende do tipo de carga que é carregado, torna-se necessário explicar as possibilidades existentes. Além disso, pode-se perceber uma falta de padronização dentre os funcionários de diferentes áreas sobre os tipos de carregamentos existentes, e as nomenclaturas utilizadas.

Como primeira consideração a ser feita, as nomenclaturas fechado e fracionado não serão utilizadas mais para o tipo da carga, e sim para o tipo de transporte, indicando se tem como destino um único cliente (fechado) ou mais (fracionado).

Existem duas formas de carregar os produtos:

- Através de pallets, onde os produtos são alocados e transportados sobre os mesmos, através de empilhadeiras;
- Caixas sem pallets, onde os produtos são alocados caixa a caixa dentro do veículo, sem a utilização dos pallets, apenas para transporte até a doca.

Além disso, os dois tipos de carregamentos podem ser compostos por um ou mais produtos. Caso haja mais de um produto no mesmo pallet a ser transportado até a doca, no

carregamento paletizado, é necessário que haja a etapa de *Picking* fracionado, e isto influencia no tempo de processo. Assim, haverá duas classificações:

- Unitário, quando há apenas um tipo de produto por *pallet*;
- Misto, quando há mais de um produto por *pallet*.

Desta forma, haverá três classificações possíveis de carga:

- Paletizada unitária;
- Paletizada mista;
- Caixas não paletizadas.

São estas três classificações que serão analisadas e seus tempos serão medidos separadamente. Para as cargas paletizadas, serão registradas a quantidade de *pallets* e quantidade de itens distintos (no caso da mista). Para as cargas não paletizadas serão registradas a quantidade total de caixas, de itens e a quantidade de operadores utilizados.

Tipos de veículo

Após definir os tipos de cargas que serão analisados, é importante relacionar os tipos de veículos utilizados, pois após a análise dos tempos, pode-se relacionar o tipo de carregamento com o tipo de veículo.

Os caminhões utilizados são dos seguintes tipos:

- *SIDER* – carregamento pode ser feito pela lateral ou traseira do veículo, geralmente coberto por lona. Apesar da possibilidade lateral, geralmente é feito pela traseira.
- *BAÚ* – carregamento é feito apenas pela traseira do veículo, visto que a carreta só tem aberturas pela traseira, havendo dois tipos deste veículo: de 2 eixos, com capacidade de 17 toneladas, e de 3 eixos, com capacidade de 24 toneladas.
- *WANDERLÉIA* – veículo similar ao baú, com carreta fechada e com maior espaçamento entre os eixos, permitindo uma capacidade maior de carga, equivalente a 30 toneladas.
- *TRUCKS* – veículo menor, com carreta fechada, como o baú, com capacidade de 8 a 9 tons.
- *BARRIGUDA* – caminhão antigo, responsável pela distribuição de um tipo específico de produto.

- GRANELEIRA – veículos sem o baú, aberto, com a carga coberta por uma lona apenas.

Alguns exemplos estão apresentados na Figura 4-1.



Figura 4-1 - Tipos de Veículos

4.5. Identificação dos dados descritivos

4.5.1. Fatores de Medição

Para uma descrição detalhada do processo de expedição é necessário uma boa avaliação dos tempos operacionais. Assim, é importante que sejam considerados todos os fatores que podem influenciar na medição em cada etapa, desta forma, foram considerados os seguintes fatores:

- Período do mês – considerando que o fluxo de veículos é consideravelmente maior no final do mês do que no início, e vai aumentando ao longo do mês, é importante avaliar os tempos nos diferentes períodos do mês (1 a 10, 11 a 20 e 21 até o final do mês);
- Turno – em virtude de o CD operar em três turnos, com operadores e coordenadores distintos, é preciso observar os tempos nos diferentes turnos, pois pode haver diferenças de tempos e ritmo entre eles;
- Quantidade de itens – considerando que em algumas tarefas a quantidade de itens a serem transportados ou sofrerem qualquer ação, influencia no tempo operacional, é preciso verificar a relação entre esta quantidade e o tempo despendido;
- Tipo de carga – este fator pode e provavelmente deve influenciar no carregamento, visto que há três tipos de cargas bem distintas: paletizada unitária, paletizada mista e não paletizada;
- Quantidade de *pallets* – como em algumas tarefas a quantidade de *pallets* a serem transportados ou carregados influencia no tempo operacional, é preciso avaliar a relação entre esta quantidade e o tempo consumido;
- Quantidade de DTs – em virtude do registro no SAP ser por DT, em algumas etapas é importante considerar tal quantidade, visto que é necessário registrar dados em cada DT em determinados momentos do processo;
- Quantidade de pedidos – em algumas etapas a quantidade de pedidos pode influenciar no tempo operacional, portanto, deve-se analisar se há uma relação entre esta quantidade e o tempo operacional;

Além destes fatores, é importante que haja uma distinção dos tempos medidos caso ocorra algum problema, pois neste caso o dado obtido terá sido afetado e deverá ser tratado de

maneira distinta. Desta forma é importante marcar em cada medição se ocorreu algum problema ou não e qual foi.

4.5.2. Variáveis dos fatores

Além de determinar os fatores que serão analisados, é necessário definir quais valores cada fator pode assumir. Tal definição está disponível na Tabela 4-5.

Tabela 4-5 - Variáveis dos fatores	
Fator	Variáveis
Período do Mês	1 a 10, 11 a 20, 21 a 30 (31)
Turno	1º e 2º
Qtde. de itens	Quantidade numérica
Tipo de carga	Palet. unitária, palet. mista, não palet. unitária, não palet. mista
Ocorrência de problemas	Ocorre (descrição) ou não
Qtde. <i>Pallets</i>	Quantidade numérica
Qtde. DTs	Quantidade numérica
Qtde. pedidos	Quantidade numérica

Nos fatores em que a variável está como quantidade numérica, significa que ela pode assumir qualquer valor natural.

4.5.3. Relação entre fatores e etapas

Após a explicação de todos os fatores considerados, é importante ressaltar que não são todos os fatores que influenciam em todas as etapas. Assim, é importante identificar quais fatores tem influência e serão considerados na medição de cada etapa.

Na Tabela 4-6 estão indicados por etapa de medição individual quais fatores serão avaliados e analisados distintamente. Todas as etapas que ocorrem frequentemente em todos os ciclos serão analisadas ao menos variando os fatores comuns que são: o turno em que ocorre, para considerar as diferença de desempenho ou técnicas entre os funcionários dos diferentes turnos, e o período do mês, para levar em conta as diferenças que volume de carga em fluxo pode provocar no desempenho do período. Os outros fatores considerados em cada etapa serão explicados a seguir:

- Para as atividades mais simples, com poucas variações e grande repetitividade, tais como registro de dados na portaria/ carimbo de vistoria (1), vistoria do veículo (2), registro (3) e confirmação (4) dos dados na Pamcary, registro de embarque (7), confirmação de sinal de rastreamento inicial (8) e final (24), registro de dados na portaria (10), pesagem inicial (11) e final (17), confirmação dos dados na CT e transporte até o CO (12), conferência dos dados no CO (14), chamado do motorista pelo vigilante para assinatura no FL (22), registro dos dados de saída na Pamcary (23) e liberação de saída pela portaria (25), serão avaliados apenas os fatores comuns;
- As etapas que ocorrem com frequência muito baixa como, por exemplo, o cadastro de veículo (6) e de motorista (5) e a vistoria do equipamento de rastreamento (9), serão as únicas que não serão avaliadas nem em relação aos fatores comuns, visto que são atividades menos frequentes, que pouco impactam no tempo total de processo, e são atividades bem simples e repetitivas;
- Na realização do *Picking* Fracionado (13), é importante avaliar a quantidade de itens (variedade) e a quantidade de *pallets* formados, visto que pode haver uma correlação entre tais valores e o tempo gasto para sua realização;
- Na etapa de transporte dos produtos até a doca, conferência e carregamento (15) é importante avaliar a influência tanto da quantidade de *pallets* quanto de itens. Além disso, é preciso registrar o tipo de carga, para que os tempos possam ser relacionados ao tipo da carga;
- Para o registro no Controle da Operação (16), que inclui a conferência entre o que foi pedido e separado e a baixa no SAP das DTs, deve-se considerar a influência do tipo da carga bem como da quantidade de DTs que serão dadas baixas;
- Como no preenchimento da ficha de recebimento de DT (18), é necessário dar baixa no SAP em cada DT, é justificável analisar a relação entre a quantidade de DTs e o tempo gasto nesta etapa;
- Por fim, para a emissão das notas fiscais (20), que é uma por *pedido*, pagamento de impostos (21), através da nota fiscal, e comparação de peso (19), feita pela soma do peso de cada nota fiscal, a quantidade de pedidos se mostra presente, e pode influenciar no tempo de cada etapa, sendo interessante avaliar se há relação.

Apesar de o valor da carga ser um fator decisivo na questão de confirmar sinal rastreamento inicial e final, não se faz necessário considerar este quesito pelo fato de que só serão registrados os tempos quando ocorrer tais etapas, e só ocorrerão quando o valor da carga for

superior à R\$ 80.000,00. Além disso, o tempo é indiferente em relação ao valor da carga, sendo este superior ao valor referido.

Tabela 4-6 - Fatores analisados por etapa

Local	Etapa	Período do Mês	Turno	Quantidade de itens	Tipo de carga	ocorrência de problemas	Qtde. Pallets	Qtde. DTs	Qtde. deliveries
Portaria	Registro de dados / Carimbo Vistoria	1	1			1			
Doca	Vistoria do veículo	1	1			1			
Pamcary	Registro de dados	1	1			1			
Pamcary	Confirmação dos dados	1	1			1			
Pamcary	Cadastro de motorista					1			
Pamcary	Cadastro de veículo					1			
Pamcary	Registro de embarque	1	1			1			
Pamcary	Confirmação do sinal de rastreamento	1	1			1			
Pamcary	Vistoria de equipamentos do veículo					1			
Portaria	Registro de dados/ carimbo	1	1			1			
Front Line	Pesagem Inicial	1	1			1			
Central de Transporte	Confirmação dados/ entrada no SAP/ transporte até CO	1	1			1			
FRC	Realização do Picking Fracionado	1	1	1		1	1		
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	1	1			1			
Doca	Transporte, Conferência e Carregamento	1	1	1	1	1	1		
Controle da Operação	Registro do Controle da Operação	1	1		1	1		1	
Front Line	Pesagem final	1	1			1			
Front Line	Preenchimento da ficha de recebimento de DT	1	1			1		1	
Front Line	Comparação de peso	1	1			1			1
Front Line	Emissão das notas fiscais	1	1			1			1
Front Line	Pagamento de impostos / PIN SUFRAMA					1			1
Front Line	Chamada do motorista e assinatura	1	1			1			
Pamcary	Registro de dados saída	1	1			1			
Pamcary	Confirmação do sinal final de rastreamento	1	1			1			
Portaria	Liberção da saída	1	1			1			

4.5.4. Dados de tempo coletados

Após a definição de todos os fatores e variáveis, foi possível coletar os dados de tempo e registrá-los nas folhas de tempo apresentadas no APÊNDICE A. Foi designada uma quantidade de 10 medições possíveis para cada conjunto de características, por exemplo, para as medições do registro de dados na portaria é possível registrar 10 valores de tempos no período de 1 a 10 do mês, no primeiro turno, mais 10 valores no segundo turno, e assim por diante. Não necessariamente todos os valores serão coletados, foi deixada uma margem de segurança para caso haja diversas medidas visivelmente com problemas, ou em casos que forem necessárias mais medidas.

4.5.5. Fonte de dados coletados

Como já mencionado anteriormente, na terceira etapa de medição é necessário a coleta de uma amostra grande para a obtenção de dados mais confiáveis. Para isto, é importante determinar como tais dados serão obtidos, e quais momentos do processo há registros de

tempo. Assim, a Tabela 4-7 mostra para cada local em que há atividades no processo de expedição, qual a fonte de dados que será utilizada para a coleta de dados tanto para o início das respectivas atividades quanto para o término, se houver tais registros.

Tabela 4-7 - Fontes para obter dados

Local	Início das atividades	Fim das atividades
Portaria	planilha portaria	-
Doca	-	-
Pamcary	planilha pamcary in.	planilha pamcary fim
Portaria	planilha portaria	-
<i>Front Line</i>	-	-
Central de Transporte	-	horário carimbo CT
FRC	Planilha FRC	Planilha FRC
Controle da Operação	horário carimbo CT	-
	Início Carregamento	Fim Carregamento
Doca	(SAP)	(SAP)
	Fim Carregamento	
Controle da Operação	(SAP)	Proc. Transp. (SAP)
<i>Front Line</i>	Início Transporte (SAP)	Fim Transporte (SAP)
Pamcary	-	planilha pamcary
Portaria	-	registro portaria

5. ANÁLISE DOS DADOS

5.1. Etapas dependentes de variáveis

Apesar da adoção da média das etapas para a construção dos gráficos, algumas etapas que não foram analisadas segundo a análise *BoxPlot* pelo fato de serem dependentes de variáveis precisam ser analisadas segundos tópicos de regressão, tanto linear quanto múltipla, para tentar identificar relações entre tais variáveis e os tempos gastos.

Os tempos gastos nas etapas 19 (Comparação do peso) e 20 (Emissão das notas fiscais) são dependentes das quantidades de pedidos. A justificativa é que é gerada uma nota por pedido e a comparação do peso é em relação à soma dos pesos de cada nota fiscal gerada. Assim, foi realizada uma análise segundo o Referencial Teórico mencionado (capítulo 2) sobre regressão linear. Neste caso, a variável *y* (tempo da etapa) é dependente da variável *x* (quantidade de pedidos). A equação resultante, o coeficiente de correlação e o intervalo de valores para a quantidade de pedidos considerado estão apresentados na Tabela 5-1.

Tabela 5-1 - Análise Regressão Linear

Etapa	Local	Descrição	Unidade	β_0	β_1	Equação	R^2	X mín	X máx
19	Front Line	Comparação de peso	segundo	27,97	3,39	$Y = 27,97 + 3,39 * X$	0,92	1	56
20	Front Line	Emissão das notas fiscais	segundo	67,37	27,7	$Y = 67,37 + 27,7 * X$	0,83	2	55

No entanto, apesar da obtenção da equação de regressão, para a simulação computacional é necessário que se encontre a distribuição mais adequada, com a respectiva média e desvio padrão. Para se obter a média foi utilizado o método da transformação inversa, através da geração de 1000 números aleatórios, que forneceram uma amostra com a mesma quantidade de valores de tempo para cada etapa analisada. A média desta amostra foi então calculada assim como o desvio padrão. A descrição deste método utilizado está apresentada no ANEXO D. Os valores calculados estão apresentados na Tabela 5-2.

Tabela 5-2 - Média e desvio padrão das regressões lineares

Etapa	Descrição	Unidade	média	Desvio padrão
19	Comparação de peso	segundo	49,38	40,21
20	Emissão das notas fiscais	segundo	293,67	289,35

As etapas 16 (Registro no Controle da Operação), 18 (Preenchimento da Ficha de Recebimento de DT) e 21 (Pagamento de Impostos / PIN Suframa) foram analisadas segundo uma possível regressão linear, por serem dependentes da quantidade de DT, quantidade de DT, e quantidade de pedidos, respectivamente. No entanto, por apresentarem baixa variação das variáveis, e grande variação nos tempos, os coeficientes de correlação foram muito baixos, o que não justificava a utilização de uma regressão, e sim o tratamento simples dos dados como aderentes a uma distribuição específica. Os coeficientes de correlação obtidos para estas três etapas foram: 0,03 (etapa 16), 0,49 (etapa 18) e 0,18 (etapa 21).

Para o carregamento, que pode ser dependente de mais de uma variável (quantidade de *pallets* unitários, quantidade de *pallets* mistos e quantidade de itens) e para a separação do *Picking* Fracionado que depende da quantidade de itens e de *pallets*, é necessária a aplicação de uma regressão múltipla. Tais aplicações e testes serão testados e apresentados em estudos futuros.

5.2. Etapas independentes de variáveis

5.2.1. Dados Suspeitos e Tamanho da amostra

Como mencionado no Referencial Teórico (capítulo 2), o primeiro passo na análise dos dados coletados é verificar se há dados suspeitos e, caso haja, identificar suas causas. Porém esta análise não se aplica a todas as etapas, apenas para aquelas que não são dependentes de uma ou mais variáveis da atividade como, por exemplo, a quantidade de DTs ou *pallets*. A técnica utilizada foi o Diagrama de Juntas, conhecido também como *BoxPlot*. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 5-3.

Após a identificação dos dados suspeitos, o próximo passo é encontrar suas causas para concluir se tratou de um evento inesperado que pode ser frequente ou não e prejudicou a tomada de tempo referida ou se não houve evento algum e o tempo deve ser mantido na análise. Caso tenha ocorrido um evento que ocorra com certa frequência, tais dados devem ser mantidos, porém a análise será diferenciada. Eliminam-se tais dados para o cálculo do tamanho da amostra, média e desvio, porém registra-se um aumento da média e do desvio com a frequência em que ocorre.

Na etapa 3 (registro dos dados na Pamcary) há duas medidas com valores suspeitos, e analisando-se a folha de tomada dos tempos referida, pode-se perceber que nas duas medidas houve eventos. No caso do valor 177, o telefone tocou durante a realização da atividade, interrompendo-a e afetando o tempo de operação. Para o caso do valor 172, o problema apresentado diz respeito ao equipamento utilizado, o computador, que estava sobrecarregado e consequentemente travando.

Na etapa 4 (Confirmação dos dados na Pamcary) houve também dois dados suspeitos e ambos foram provocados por erro de digitação do CPF do motorista por parte do operário.

Já na etapa 8 (confirmação de sinal de rastreamento) houve 5 valores suspeitos, sendo que os dois maiores (1266 e 9180) foram provocados pela falta de sinal do veículo, o que acarretava em espera até que o sinal fosse estabelecido. Os outros três valores (209, 297 e 307) foram decorrentes de demora de resposta da central sobre o sinal.

Na etapa 17 (Pesagem Final), o único dado suspeito encontrado (230) foi provocado em virtude de um problema na balança, que obrigou o motorista a sair e retornar a balança, afetando o tempo gasto.

Na etapa 22 (Chamada do motorista e assinatura), existem 3 dados suspeitos (897, 904 e 966) e todos eles são em virtude da demora para encontrar o motorista e o mesmo assinar o que é necessário.

Na etapa 24 (Confirmação do sinal final de rastreamento), também há três dados suspeitos (173, 248 e 330) sendo todos eles sido provocados por demora na resposta da central sobre o sinal de rastreamento.

Por fim, na etapa 25 há 4 dados suspeitos. O maior valor (377) foi provocado pelo fato de na saída do veículo ser percebido que não foi registrada a entrada do mesmo. Os demais valores (221, 250 e 352) foram ocasionados pelo fato de existir muitas notas para somar, bem acima do normal.

Desta forma, considerando todas as causas dos dados suspeitos identificados, pode-se inferir que a única causa que ocorre com certa frequência é a falta de sinal de rastreamento do veículo. No entanto, é difícil de prever a frequência e mais difícil ainda é calcular uma média do tempo gasto, já que tal ocorrência não é esperada e o tempo é independente da atividade do operador, isto é, depende do sinal de chegar à central e esta repassar para a Pamcary. E isto pode levar de minutos a horas. Sendo assim, os valores extremos identificados serão retirados

da análise posterior. As demais causas, apesar da possibilidade de ocorrerem novamente, representam eventos, não esperados pelo operador e consequentemente impossíveis de prever quando vão ocorrer e com qual frequência. Sendo assim, tais dados são excluídos da análise da média, desvio e tamanho da amostra, para que a obtenção de tempos de ciclo da etapa em situação normal de operação.

Após isso, são analisados os tamanhos das amostras, para verificar se foram suficientes. Na Tabela 5-4 são dimensionados os tamanhos das amostras necessárias, com os respectivos valores de precisão, nível de confiança e a conclusão se foi suficiente a amostra coletada.

A respeito destas análises, é importante ressaltar algumas considerações:

- Para algumas etapas não há o cálculo do tamanho da amostra necessária, pela existência de poucos dados, em virtude da baixa frequência.
- A etapa 14 (Conferência dos dados / Ordem para transporte até a doca) foi dividida em dois casos para análise dos tempos, quando o DT já foi impresso previamente (14a), e quando necessita ser impresso no momento (14b). Além disso, foi calculada a frequência de cada caso com base nas medições dos tempos, onde se chegou a frequência de 70% para a não necessidade de impressão na hora (14a) e 30% para a necessidade de imprimir o DT no momento (14b).
- Os dados considerados suspeitos foram desconsiderados no cálculo da média e desvio, pois não correspondem as situações normais de operação, no entanto, tendo sido justificadas suas causas e seus descartes, porém foi calculado o percentual de dados suspeitos (*outliers*) para que os maiores valores possam ser tratados e melhorados e serão mencionados posteriormente.

Sobre as conclusões obtidas pela Tabela 5-4, pode-se perceber que quase todas as etapas obtiveram um valor suficiente de medições, apenas uma delas, referente ao pagamento de impostos e PIN SUFRAMA não obteve um tamanho suficiente. Tal etapa contém uma parte intrínseca ao processo, no qual o operário deve emitir as notas fiscais e enviar por email para o departamento fiscal que analisará a necessidade de pagamento de impostos, porém contém uma parte extrínseca, uma vez que a análise das notas fiscais e o pagamento dos impostos correspondentes não são realizados pelo setor que realiza a etapa mencionada do processo. E esta etapa extrínseca consome a maior parte do tempo, sendo desta forma difícil de calcular uma média com boa precisão. Além disso, a frequência de ocorrência desta etapa é entre 12 e 16% do total de ciclos que ocorre no CD. Sendo assim, obter uma amostra significativa

demandaria muito tempo e apresentaria pouca influência na análise final. Portanto, adotar-se-á a média e desvio dos dados obtidos e a frequência fornecida pelo *Front Line*, através dos dados registrados entre janeiro e abril de 2011 para os cálculos subsequentes.

Tabela 5-3 - Análise dados suspeitos - BoxPlot

Local	Etapas	unidade	Etapas	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n	suspeitos	dados suspeitos
Portaria	Registro de dados / Carimbo de Vistoria	segundo	1	10,0	15,0	22,0	12,0	0,0	40,0	31	0	-
Doca	Vistoria do veículo	segundo	2	58,5	65,5	69,5	11,0	42,0	86,0	4	0	-
Pamcary	Registro de dados	segundo	3	53,5	78,0	94,5	41,0	0,0	156,0	37	2	177 e 172
Pamcary	Confirmação dos dados	segundo	4	38,0	53,0	63,5	25,5	0,0	101,8	45	2	153 e 106
Pamcary	Cadastro de motorista	segundo	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pamcary	Cadastro de veículo	segundo	6	24,0	36,0	49,0	25,0	0,0	86,5	3	0	-
Pamcary	Registro de embarque	segundo	7	31,8	35,5	41,0	9,3	17,9	54,9	30	0	-
Pamcary	Confirmação do sinal de rastreamento	segundo	8	48,5	63,0	103,5	55,0	0,0	186,0	33	5	209, 297, 307, 1266 e 9180
Pamcary	Vistoria de equipamentos do veículo	segundo	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Portaria	Registro de dados/ carimbo	segundo	10	80,0	95,0	113,0	33,0	30,5	162,5	33	0	-
Front Line	Pesagem Inicial	segundo	11	73,0	93,0	132,0	59,0	0,0	220,5	33	0	-
Central de Transporte	Confirmação dados/ entrada no SAP/ transporte até CO	segundo	12	25,8	29,0	34,3	8,5	13,0	47,0	30	0	-
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	segundo	14a	29,0	37,0	45,5	16,5	4,3	70,3	28	0	-
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	segundo	14b	112,0	118,0	137,0	25,0	74,5	174,5	11	0	-
Controle da Operação	Registro do Controle da Operação	segundo	16	198,3	284,5	345,3	147,0	0,0	565,8	30	0	-
Front Line	Pesagem final	segundo	17	62,0	98,0	116,0	54,0	0,0	197,0	31	1	230
Front Line	Preenchimento da ficha de recebimento de DT	segundo	18	115,0	137,5	201,8	86,8	0,0	331,9	36	1	525
Front Line	Pagamentos de impostos / PIN SUFRAMA	minuto	21	8,4	19,5	71,5	63,1	0,0	166,1	17	0	-
Front Line	Chamada do motorista e assinatura	segundo	22	47,5	80,0	162,5	115,0	0,0	335,0	38	3	897, 904 e 966
Pamcary	Registro de dados saída	segundo	23	168,0	195,5	265,8	97,8	21,4	412,4	34	0	-
Pamcary	Confirmação do sinal final de rastreamento	segundo	24	58,0	76,5	99,5	41,5	0,0	161,8	30	3	173, 248 e 330
Portaria	Liberação da saída	segundo	25	67,3	84,5	127,5	60,3	0,0	217,9	38	4	221, 250, 352 e 377

Tabela 5-4 - Análise Tamanho da Amostra

Local	Descrição	unidade	Etapa	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
Portaria	Registro de dados / Carimbo de Vistoria	segundo	1	17,16	77,47	8,80	31	15%	15%	25,52	sim
Doca	Vistoria do veículo	segundo	2	64,50	33,67	5,80	4	15%	15%	1,33	sim
Pamcary	Registro de dados	segundo	3	76,46	664,26	25,77	35	15%	15%	10,95	sim
Pamcary	Confirmação dos dados	segundo	4	50,63	288,43	16,98	43	15%	15%	10,75	sim
Pamcary	Cadastro de motorista	segundo	5	103,00	-	-	1	-	-	-	-
Pamcary	Cadastro de veículo	segundo	6	36,33	156,33	12,50	3	-	-	-	-
Pamcary	Registro de embarque	segundo	7	36,90	43,61	6,60	30	15%	15%	3,11	sim
Pamcary	Confirmação do sinal de rastreamento	segundo	8	64,96	709,81	26,64	28	15%	15%	16,41	sim
Pamcary	Vistoria de equipamentos do veículo	segundo	9	290,00	882,00	29,70	2	-	-	-	-
Portaria	Registro de dados/ carimbo	segundo	10	97,58	426,31	20,65	33	15%	15%	4,33	sim
Front Line	Pesagem Inicial	segundo	11	104,20	1309,11	36,18	35	10%	10%	34,47	sim
Central de Transporte	Confirmação dados/ entrada no SAP/ transporte até CO	segundo	12	29,83	32,63	5,71	30	15%	15%	3,56	sim
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	segundo	14a	36,86	95,02	9,75	28	15%	15%	6,82	sim
Controle da Operação	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca	segundo	14b	123,82	347,56	18,64	11	10%	10%	7,45	sim
Controle da Operação	Registro do Controle da Operação	segundo	16	272,60	7443,70	86,28	30	10%	10%	28,92	sim
Front Line	Pesagem final	segundo	17	92,17	1352,97	36,78	30	15%	15%	15,48	sim
Front Line	Preenchimento da ficha de recebimento de DT	segundo	18	157,60	2786,48	52,79	35	10%	10%	32,08	sim
Front Line	Pagamentos de impostos / PIN SUFRAMA	minutos	21	41,37	2045,80	45,23	17	15%	15%	121,48	não
Front Line	Chamada do motorista e assinatura	segundo	22	70,83	1398,29	37,39	29	15%	15%	27,14	sim
Pamcary	Registro de dados saída	segundo	23	219,03	5566,39	74,61	34	10%	10%	33,23	sim
Pamcary	Confirmação do sinal final de rastreamento	segundo	24	76,19	734,39	27,10	27	15%	15%	12,37	sim
Portaria	Liberação da saída	segundo	25	90,29	903,79	30,06	34	15%	15%	10,70	sim

5.2.2. Testes de aderência

A seguir, é importante identificar as distribuições características de cada etapa, para isto, são realizados testes de aderência. A distribuição mais comum é a normal, desta forma, os primeiros testes serão para este modelo, utilizando os três métodos citados no Referencial Teórico (capítulo 2).

Para *Ryan-Joiner (RJ)*, quanto maior o coeficiente, mais aderente à distribuição normal são os dados, já para *Anderson-Darling (AD)*, quanto menor o coeficiente, mais aderente. No entanto, para ambos, a análise é feita em função do p-valor. Se este valor for maior que 0,10, os dados podem ser considerados aderentes à distribuição normal. Para *Shapiro-Wilks (SW)*, o valor calculado deve ser menor que o teórico para ser considerado aderente. A Tabela 5-5 apresenta estes valores para as etapas analisadas conforme os três testes utilizados, e na última coluna apresenta a conclusão de aderência, onde a etapa só é considerada aderente à normal se der positivo para todos os testes. Caso dê negativo para todos, não é aderente, e se a decisão for diferente conforme o teste, não se tem nenhuma conclusão.

Tabela 5-5 - Testes de aderência à distribuição normal

Etapas	RJ	P - value	aderencia?	AD	P - value	aderencia?	SW _c	SW _i	aderencia?	Conclusão
1	0,953	0,017	não	1,201	<0,005	não	0,887	0,902	não	NÃO
2	0,976	>0,100	sim	0,229	0,572	sim	0,945	0,748	sim	SIM
3	0,969	0,054	não	0,570	0,129	sim	0,930	0,910	sim	*
4	0,986	>0,100	sim	0,456	0,255	sim	0,923	0,923	sim	SIM
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NÃO
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NÃO
7	0,980	>0,100	sim	0,473	0,226	sim	0,941	0,900	sim	SIM
8	0,978	>0,100	sim	0,560	0,134	sim	0,912	0,891	sim	SIM
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NÃO
10	0,986	>0,100	sim	0,268	0,661	sim	0,969	0,906	sim	SIM
11	0,970	0,069	não	0,838	0,028	não	0,933	0,908	sim	*
12	0,996	>0,100	sim	0,236	0,769	sim	0,970	0,900	sim	SIM
14a	0,992	>0,100	sim	0,241	0,750	sim	0,962	0,896	sim	SIM
14b	0,987	>0,100	sim	0,268	0,610	sim	0,954	0,792	sim	SIM
16	0,984	>0,100	sim	0,454	0,252	sim	0,956	0,900	sim	SIM
17	0,985	>0,100	sim	0,362	0,422	sim	0,961	0,900	sim	SIM
18	0,962	0,032	não	1,150	<0,005	não	0,911	0,910	sim	*
21	0,885	<0,010	não	1,649	<0,005	não	0,767	0,851	não	NÃO
22	0,750	<0,010	não	6,180	<0,005	não	0,922	0,898	sim	*
23	0,956	0,015	não	1,119	0,005	não	0,902	0,908	não	NÃO
24	0,982	>0,100	sim	0,247	0,730	sim	0,962	0,894	sim	SIM
25	0,962	0,034	não	0,985	0,012	não	0,907	0,908	não	NÃO

* nada se pode concluir quanto a aderência à distribuição normal

Para as etapas que resultaram em não aderentes à distribuição normal ou não se pode obter uma conclusão, deve-se realizar outros testes. Porém, antes de realizar diversos testes, uma análise dos histogramas (disponíveis no arquivo eletrônico) permite obter alternativas mais

viáveis de distribuições que possam ser aderentes. Desta forma, o modelo de distribuição que parece mais se adequar aos dados das etapas é a lognormal, e foi testada através do teste de *Anderson-Darling*, cujos resultados estão apresentados na Tabela 5-6 e estão apresentados os coeficientes de localização e escala da distribuição lognormal.

Tabela 5-6 - Análise da aderência à distribuição Lognormal

Etapa	AD	P - value	aderência?	localização	escala
1	0,337	0,484	SIM	2,718	0,509
3	0,385	0,375	SIM	4,284	0,330
11	0,358	0,433	SIM	4,590	0,340
18	0,721	0,054	SIM	5,007	0,329
21	0,569	0,118	SIM	3,117	1,154
22	0,710	0,059	SIM	4,555	0,969
23	0,449	0,262	SIM	5,337	0,321
25	0,442	0,273	SIM	4,452	0,321

Através destes dados obtidos, pode-se perceber que tais dados aderem bem ao modelo testado. Para duas etapas o valor do *p-value* foi menor que 0,10, porém próximo desta marca. Levando-se em conta que o histograma destes dados apresenta comportamento próximo ao da distribuição lognormal, e para simplificação do modelo de simulação computacional, pode-se admitir, de uma maneira geral, que estas etapas podem ser representadas por um modelo lognormal.

5.3. Regressão Múltipla

Este tipo de equação matemática é utilizado para expressar numericamente a relação existente entre uma variável dependente (tempo) e duas ou mais variáveis previsoras.

Sendo assim, esta ferramenta foi utilizada para analisar tanto o *Picking* fracionado, que é dependente da quantidade de pallets e de itens, como para o carregamento, que é dependente da quantidade de pallets unitários e de pallets mistos (para os carregamentos paletizados).

Assim, serão feitas duas análises, seguindo o Referencial Teórico já mencionado.

5.3.1. *Picking* Fracionado

Para a avaliação do tempo gasto na separação das cargas no *Picking* foi considerada uma amostra com 1532 valores de tempo e respectivas quantidades de pallets e itens.

A primeira tentativa de encontrar uma regressão para os dados obtidos foi a linear, cuja fórmula geral é apresentada na Equação 5.1:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 \quad (5.1)$$

Para esta regressão linear, chegou aos valores das estimativas amostrais dos coeficientes das variáveis x_1 (*quantidade de pallets*) e x_2 (*quantidade de itens*) apresentados na Tabela 5-7, bem como o valor do coeficiente de determinação múltipla R^2 e seu valor ajustado.

Tabela 5-7 - Valores Regressão Múltipla linear

R^2	0,65
R_a^2	0,65
b_0	7,59
b_1	2,71
b_2	3,08

Após esta análise, foi realizado o mesmo processo só que para a regressão múltipla explicitada pela Equação 5.2:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_1^2 + \beta_4 * x_2^2 + \beta_5 * x_1 * x_2 \quad (5.2)$$

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5-8.

Tabela 5-8 - Valores Regressão Múltipla Polinomial

R^2	0,67
R_a^2	0,67
b_0	2,69
b_1	4,83
b_2	3,37
b_3	-0,05
b_4	-0,03
b_5	0,03

Este aumento do grau do polinômio foi analisado para verificar se o coeficiente de determinação múltipla aumentava consideravelmente, de modo que justificasse sua manutenção. No entanto, não foi o que foi percebido, visto que o coeficiente (R^2) aumentou

muito pouco, não justificando a adoção do polinômio de grau dois para a regressão múltipla, mantendo-se os coeficientes apresentados na Tabela 5-7. Desta forma, a equação de regressão obtida para a separação das cargas é:

$$\hat{y} = 7,59 + 2,71 * x_1 + 3,08 * x_2$$

Onde:

x_1 é a quantidade de pallets formados por carga separada;

x_2 é a quantidade de itens distintos separados por carga e

$\hat{y}$ corresponde ao tempo gasto para a separação da respectiva carga, em minutos.

5.3.2. Carregamento

Para o carregamento, as variáveis consideradas são diferentes das utilizadas no *Picking*. É avaliado o tempo e carregamento em função da quantidade de pallets unitários (x_1) e de pallets mistos (x_2). O tamanho da amostra para carregamento com os dois tipos de pallets foi de 119 valores, enquanto que para carregamentos com pallets unitários apenas o tamanho da amostra foi 49.

Da mesma forma, o tratamento foi o mesmo, analisando-se primeiramente a regressão múltipla linear, explicitada na Equação 5.3:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 \quad (5.3)$$

No entanto, chegou-se a um valor muito baixo de coeficiente de determinação múltipla, equivalente a 0,04 quando considerados os dois tipos de pallets, e 0,06 levando-se em conta exclusivamente os pallets unitários.

Desta forma, foram avaliados outros tipos de regressão, com os respectivos valores de coeficiente e as equações correspondentes, apresentados na Tabela 5-9.

Tabela 5-9 - Regressões Múltiplas Carregamento

Modelo de regressão	Pallets unitários		Pallets unitário e misto	
	R^2	equação	R^2	equação
exponencial	0,113	$\hat{y} = 41,54 * e^{0,016x}$	0,071	$\hat{y} = 53,78 * e^{0,012x}$
linear	0,068	$\hat{y} = 1,34x + 42,39$	0,041	$\hat{y} = 0,087x + 62,32$
logarítmica	0,05	$\hat{y} = 31,67 * \ln(x) - 22,76$	0,043	$\hat{y} = 20,15 * \ln(x) - 22,1$
polinomial	0,086	$\hat{y} = 0,06 x^2 - 2,25 x + 92,1$	0,041	$\hat{y} = 0 x^2 - 0,88 x + 62,42$
potência	0,1	$\hat{y} = 16,3 x^{0,432}$	0,078	$\hat{y} = 30,25 x^{0,284}$

No entanto, pode-se perceber que para todos os casos o valor do coeficiente obtido é bem baixo, próximo de 0, o que não justifica a adoção de qualquer uma das equações de regressão obtida. Assim, não se percebe uma tendência muito clara entre as variáveis e o tempo total de carregamento. Apesar de provavelmente as variáveis consideradas terem influência sobre o tempo de carregamento, deve haver diversos outros fatores internos e externos que influenciam conjuntamente, impedindo a observação de uma relação clara entre a variável dependente e as variáveis previsoras.

Por esta razão, serão considerados os tempos médios de carregamento, obtidos de uma amostra maior, onde só têm registros dos tempos gastos e tipos de carregamentos, mas não das quantidades de pallets. Este tempo médio será utilizado para o cálculo do tempo total de ciclo e posteriores simulações de novos cenários.

5.4. Tempos de Trânsito

Para a definição dos tempos de trânsito, foram considerados padrões de velocidade, tanto do veículo como do motorista (caminhada). Além disso, foi medida a distância percorrida.

Para a definição da velocidade do veículo, foi levado em conta tanto que o veículo pode trafegar certas distâncias na velocidade máxima permitida (10 km/h) como que o veículo pode parar em algum ponto do trajeto em virtude de filas, manobras, etc. Desta forma, foi considerada a velocidade média de deslocamento como metade da velocidade máxima permitida. Assim, a velocidade considerada para o deslocamento do veículo foi de 5 km/h ou 1,39 m/s. Já para a caminhada do motorista, foram consultadas referências bibliográficas que fornecem uma velocidade para a caminhada de 5,4 km/h. Considerando que o processo trata de motoristas, com prováveis condições físicas piores do que a média utilizada para determinação deste valor, adiciona-se uma tolerância, adotando a velocidade da caminhada igual a 4km/h, ou 1,11 m/s. Além disso, no trânsito até a doca para o carregamento, adiciona-se dois minutos para as manobras necessárias para encostar na doca. Tais etapas ainda foram avaliadas se influenciam ou não no tempo total de ciclo. Tais valores são apresentados na Tabela 5-10.

Tabela 5-10 - Etapas de Trânsito

etapa	Início	Fim	Distância (m)	velocidade (m/s)	Tempos de trânsito (min)
i	portaria	est. Externo	46	1,11	0,7
i	est. Externo	doca	295	1,39	3,5
ii	doca	estacionamento	295	1,39	3,5
ii	estacionamento	Pamcary	47	1,11	0,7
iii	Pamcary	portaria	21	1,11	0,3
iv	portaria	CT	195	1,11	2,9
v	CT	estacionamento	235	1,11	5,5
v	estacionamento	pesagem	55	1,39	0,7
vi	fim pesagem	doca	240	1,39	2,9
vii	doca	pesagem	240	1,39	2,9
viii	fim pesagem	estacionamento	30	1,39	0,4
ix	estacionamento	Pamcary	47	1,11	0,7
x	Pamcary	portaria	21	1,11	0,3

5.5. Tempos entre registros no sistema

Conforme mencionado anteriormente, a etapa de medição dos tempos foi dividida em três partes. Realizadas as duas etapas anteriores, o próximo passo é analisar os tempos entre os registros existentes ao longo do processo, desde o SAP, até as planilhas utilizadas em cada área para controle. Para isso, foram coletados todos os horários referentes a um mesmo DT para que pudessem ser calculados os tempos entre tais registros ao longo do processo de um mesmo DT. Levando em conta que um veículo pode carregar mais do que um DT e o objetivo é calcular o tempo de permanência do veículo no CD, é importante que haja um registro para cada veículo apenas, para não influenciar equivocadamente no cálculo da média. Para isso, foi levado em consideração apenas um DT por veículo, mesmo que no mesmo haja mais. Isto é, se houver 5 DTs no mesmo veículo com a mesma data de saída, apenas uma delas foi utilizada para os cálculos.

Além disso, percebe-se que diversos DTs não continham todos os dados de data e hora ao longo de todo o percurso. Em virtude disto, e do grande valor da amostra utilizada, os DTs que não apresentavam todos os dados ou apresentam dados incoerentes, tais como datas erradas, ou horários impossíveis (uma etapa apresentar horário anterior do que sua

predecessora), foram descartados da análise nos cenários considerados e que serão descritos na seção seguinte.

Apenas para o último cenário, que trata dos carregamentos não paletizados, em virtude do baixo tamanho da amostra, mesmo que um DT não apresente todos os horários, eles vão considerados para o cálculo do tempo entre cada dois registros, sendo que quando não havia dados, tal intervalo entre dois registros não fornecia valor para o cálculo.

5.5.1. Os Cenários considerados

Para a análise de todo o ciclo foram avaliados diversos cenários, com as devidas justificativas:

- Cenário 1 = Paletizado Misto + Não Paletizada: estes dois tipos de carregamentos serão considerados juntos em virtude do fato de ambos necessitarem a passagem pelo *Picking* Fracionado. Isso possibilita avaliar a influência da passagem por esta etapa no tempo total do percurso;
- Cenário 2 = Paletizado Unitário: oposto ao anterior, corresponde aos ciclos em que não há passagem pelo *Picking* Fracionado, para possibilitar a comparação com o tempo de ciclo sem esta passagem;
- Cenário 3 = Paletizado Misto + Paletizado Unitário + Não Paletizada: este cenário serve para fornecer uma média do processo como um todo, porém não representa um padrão de um tipo específico de carregamento;
- Cenário 4 = Paletizado Misto = Além da análise conjuntamente com o carregamento não paletizado, é interessante analisar o carregamento paletizado misto separadamente, para analisar sua média de duração;
- Cenário 5 = Não Paletizado = assim como a justificativa do paletizado misto, é necessário analisar o carregamento não paletizado separadamente.

5.5.2. Períodos medidos

Além de definir os cenários que serão analisados, é importante destacar quais serão os intervalos entre registros que serão medidos, além de compreender quais etapas ocorrem a cada intervalo. A descrição dos períodos medidos está apresentada na Tabela 5-11 e a enumeração das etapas por intervalo medido está disponível na Tabela 5-12.

Tabela 5-11 - Descrição intervalo entre registros

Intervalo	Início	Fonte	Término	Fonte
A	Início Pamcary	Planilha Pamcary	Término Pamcary	Planilha Pamcary
B	Término Pamcary	Planilha Pamcary	Início Portaria	Planilha Portaria
C	Início Portaria	Planilha Portaria	Fim Central de Transporte	Planilha CO
D	Início Picking Frac.	Planilha FRC	Término Picking Frac.	Planilha FRC
E	Início Controle da Operação	Planilha CO	Início Doca	SAP (Iníc. Carrgmt.)
F	Início Carregamento	SAP (Iníc. Carrgmt.)	Término Carregamento	SAP (Fim carrg.)
G	Início Controle da Operação	SAP (Fim carrg.)	Término Controle da Operação	SAP (Procmto.p/transp.)
H	Término Controle da Operação	SAP (Procmto.p/transp.)	Início Front Line	SAP (Início Transp.)
I	Início Front Line	SAP (Início Transp.)	Término Front Line	SAP (Fim do transporte)
J	Término Front Line	SAP (Fim do transporte)	Término Pamcary	Planilha Pamcary
K	Término Pamcary	Planilha Pamcary	Término Portaria	Planilha Portaria

Tabela 5-12 - Etapas por intervalo

Intervalo	Início	Término	Etapas	Trânsito
antes de A	Cheda do veículo ao CD	Início Pamcary	1, 2	i , ii
A	Início Pamcary	Término Pamcary	3 a 9	
B	Término Pamcary	Início Portaria		iii
C	Início Portaria	Fim Central de Transporte	10	iv
D	Início Picking Frac.	Término Picking Frac.	11,12 e 14	v, vi
E	Início Controle da Operação	Início Doca	15	
F	Início Carregamento	Término Carregamento	16	
G	Início Controle da Operação	Término Controle da Operação		vii
H	Término Controle da Operação	Início Front Line		viii
I	Início Front Line	Término Front Line	17 a 22	
J	Término Front Line	Término Pamcary	23, 24	ix
K	Término Pamcary	Término Portaria	25	x

5.5.3. Análise do *BoxPlot* e Tamanho da amostra

Assim como foi realizado com as etapas na primeira parte da medição, nesta etapa também é necessário uma análise dos dados através do *BoxPlot* e tamanho da amostra, cujas informações estão disponíveis no APÊNDICE C e APÊNDICE D.

Para o cálculo do tamanho da amostra, para as etapas em que há uma maior quantidade de dados, e todos provenientes da mesma relação de documentos de transporte, o nível de confiança adotado foi de 5% e o erro relativo (precisão) de 10%. Já para o cenário 5, não paletizado, onde a relação de DTs é distinta para cada intervalo avaliado e a quantidade de dados obtidos é menor, tanto o erro relativo quanto o nível de confiança adotados foi 15%.

Após a análise de todas estas tabelas, é importante destacar alguns pontos:

- Os tamanhos das amostras nas tabelas com as informações do *BoxPlot* correspondem ao tamanho total da amostra excluídos apenas os tempos em que constam tempos de registros entre duas etapas subsequentes iguais, o que seria impossível visto que entre cada etapa ocorrem etapas e atividades que consomem tempo. Já dos tamanhos das amostras nas tabelas de cálculo do tamanho da amostra estão subtraídos os dados suspeitos, que serão tratados e lidados posteriormente, porém descartados para cálculos de média, desvio, etc.
- Em praticamente todos os cenários, exceto no cenário 2, as etapas D e G apresentaram tamanhos de amostra insuficientes. Para a etapa D, que corresponde à etapa de *Picking* Fracionado, é justificável o tamanho da amostra não ser suficiente, visto que o tempo gasto é bastante dependente tanto da quantidade de itens quanto da quantidade de *pallets*, isto é, quanto maior o valor destas variáveis, maior o tempo gasto, e a variação é muito grande. Como houve uma análise sobre este processo, será aceito este tamanho de amostra para cálculo da média e desvio. Já para a etapa G, que corresponde ao tempo entre o início e o fim do processo do controle da operação, onde são dadas baixas dos produtos carregados, bem como conferências no sistema, o número insuficiente de amostra pode ser justificado por dois fatores: primeiro o baixo tempo médio, onde as variações entre os tempos influenciam mais o tamanho da amostra necessária, com a precisão adotada; segundo que tal processo depende da quantidade de DTs que precisam ser conferidos para terem baixa. Assim, pode ser aceito tal tamanho de amostra, em virtude destes fatores considerados, pois a variação não terá grande influência no tempo total de ciclo.

5.6. Tempos de espera

Através da análise de todo o ciclo, acompanhando um DT do início ao fim do processo, foi possível identificar os possíveis pontos de espera (ociosidade) que existem e consomem tempo, bem como relacioná-los com os intervalos medidos em que ocorrem. Tal relação, explicação e intervalo em que ocorrem está apresentado na Tabela 5-13.

Tabela 5-13 - Momentos de espera (ociosidade)

ESPERA	Descrição	Intervalo
a	entre as diversas etapas da Pamcary	A
b	entre fim Pamcary e início Portaria	B
c	entre fim Portaria e início CT	C
e	entre fim CO e início carregamento	E
h	entre fim CO e início <i>Front Line</i>	H
y	entre diversas etapas do <i>Front Line</i>	I
j	entre término <i>Front Line</i> e início Pamcary	J
k	entre fim Pamcary e início Portaria	K

Tais esperas podem ser calculadas para cada cenário considerando os tempos obtidos nas três partes de medição, onde a espera corresponde ao tempo excedente dos tempos entre os intervalos dos registros, subtraindo-se os tempos das etapas e de trânsito.

A justificativa para esta nomenclatura (a, b, c, e, h, y, j) é para relacionar diretamente com o intervalo em que ocorre, cuja nomenclatura utiliza a mesma letra, só que na forma maiúscula. A única exceção é na letra “I”, cuja espera correspondente é “y”, para não haver confusão com a etapa de trânsito cuja identificação é “i”.

Tais valores calculados por cenário, em minutos, estão representados na Tabela 5-14.

Tabela 5-14 - Tempos de espera por cenário

CENÁRIOS						
Espera	Palet. Misto + Não Palet.	Palet. Unit.	Todos os tipos	Palet. Misto	Não Palet.	MÉDIA
a	1,29	1,17	1,08	0,98	2,85	1,47
b	9,15	8,79	8,96	8,97	10,30	9,23
c	11,12	13,29	12,11	11,22	13,39	12,23
e	225,86	158,01	187,00	218,22	228,62	203,54
h	46,59	46,78	46,19	46,12	47,48	46,63
y	-	-	-	-	-	-
j	18,14	16,81	17,15	18,54	17,01	17,53
k	22,00	7,55	21,01	22,40	20,87	18,77
TOTAL	334,16	252,39	293,50	326,45	340,51	309,40

Além disso, já é possível calcular os tempos totais de ciclo médios por cenário, em minutos, além da divisão em tempo produtivo (etapas + trânsito) e improdutivo (esperas e filas). Tais valores estão apresentados na Tabela 5-15.

Tabela 5-15 - Tempos totais por cenário

Cenário	Tempo total	Tempo Produtivo	Tempo Improdutivo	% tempo improdutivo
Palet. Misto + Não Palet.	463	128	334	72,4%
Palet. Unit.	369	117	252	68,4%
Todos os tipos	415	121	293	70,8%
Palet. Misto	451	124	326	72,5%
Não Palet.	468	128	341	72,7%

Dando continuidade a análise dos diferentes cenários, vale avaliar a duração de cada intervalo em cada cenário, para verificar se há diferenças significativas. Todos os valores aparecem na Tabela 5-16, onde os valores são dados em minutos.

Tabela 5-16 - Duração dos intervalos entre registros por cenário

Intervalos	Cenários					Variação %
	Palet. Misto + Não Palet.	Palet. Unit.	Todos os tipos	Palet. Misto	Não Palet.	
A	5,0	4,9	4,8	4,7	6,6	28,5%
B	9,5	9,1	9,3	9,3	10,6	14,2%
C	15,7	17,9	16,7	15,9	18,0	12,6%
D	56,1	-	56,1	55,2	42,1	25,0%
E	238,5	170,6	199,6	230,9	241,3	29,3%
F	73,1	64,2	67,9	68,8	77,2	16,9%
G	5,0	4,6	4,7	5,0	3,9	22,7%
H	49,8	50,0	49,4	49,4	50,7	2,7%
I	12,9	10,1	11,1	13,0	8,3	36,2%
J	23,8	22,5	22,8	24,2	22,7	7,1%
K	9,3	9,4	9,2	9,3	9,4	1,9%

Avaliando os dados obtidos, pode-se perceber que de fato alguns intervalos entre registros apresentam diferenças significativas, sobretudo entre o carregamento paletizado unitário e os demais.

5.7. Gráficos de atividades

Uma vez calculados todos os tempos referentes às etapas do processo, aos trânsitos existentes e aos tempos de espera, os gráficos de atividades que descrevem a sequência do processo ao longo do tempo para cada cenário considerado podem ser elaborados. Para efeito de comparação visual, todos os gráficos foram elaborados seguindo a mesma escala de tempos. O gráfico apresentado na Figura 5-1 representa o cenário 3, que engloba todos os tipos. Os gráficos dos demais cenários estão apresentados no APÊNDICE E. Nestes gráficos, para ficar mais clara a apresentação, as atividades em um mesmo setor foram agrupadas e tratadas como uma atividade cuja duração é a soma das durações das etapas que a compõem.

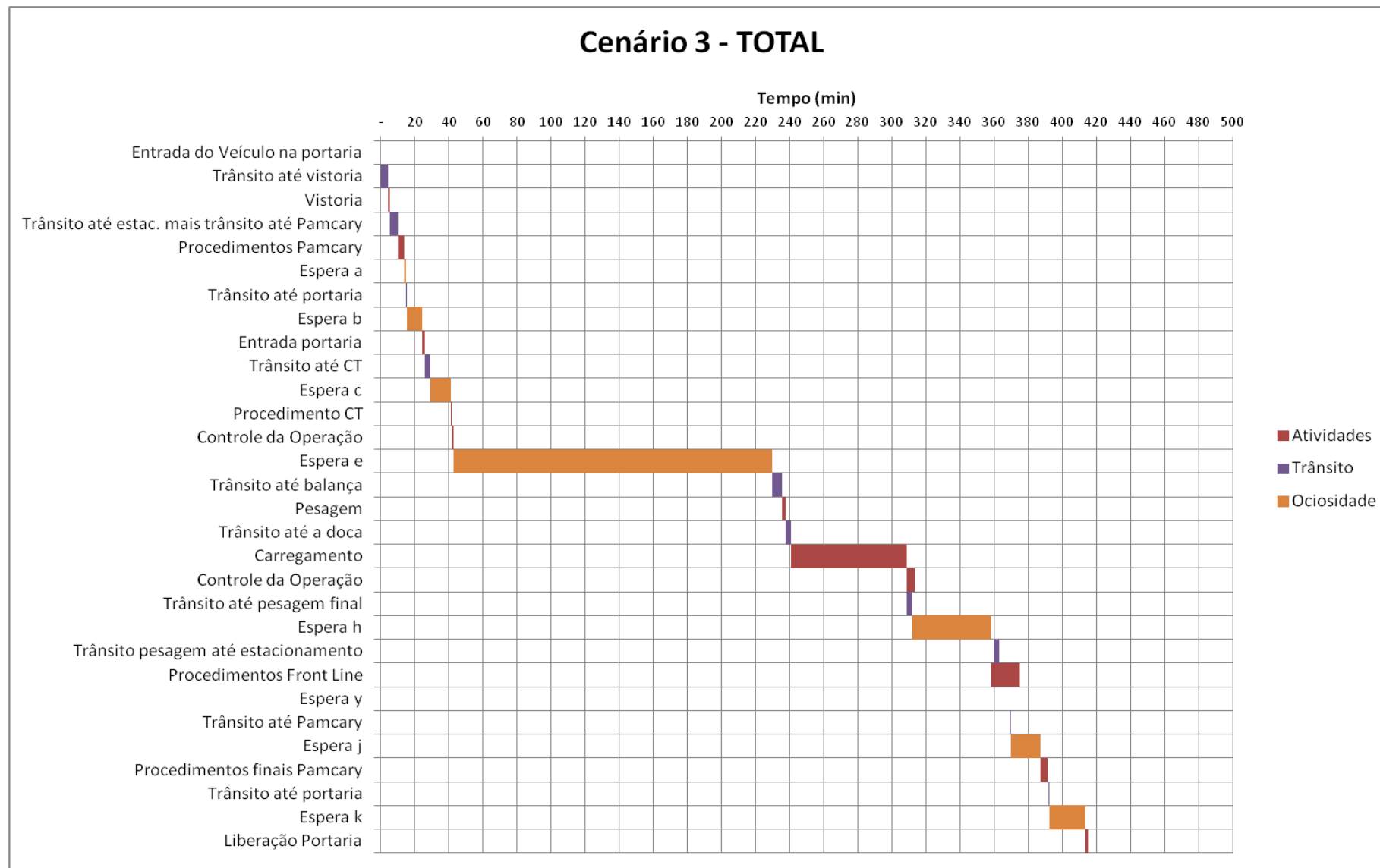


Figura 5-1 - Gráfico Cenário 3

Como já havia sido ressaltado pela Tabela 5-14, há tempos de espera bastante significativos, que representam grande parte do tempo do processo. Por esta razão, os mesmos precisam ser analisados com maior profundidade, com o objetivo de estratificar, se possível, esta espera, identificando sub-etapas que os compõem. Após esta estratificação será possível identificar as principais causas e atuar na tentativa de reduzi-las ou até mesmo eliminá-las.

A princípio, um ponto que deve prolongar o tempo de processo das cargas paletizadas mistas ou não paletizadas é a passagem pelo *Picking* Fracionado, pois as cargas paletizadas unitárias não passam por esta etapa.

Por esta razão, é importante avaliar a forma como ocorre esta separação, isto é, se a mesma é realizada previamente, como deveria ser, pelo que é pregado pela empresa, ou se a separação ocorre tardiamente e influencia no tempo de processo.

Para esta análise, foi analisado em cada DT o momento em que começa e termina a separação e comparado tanto com o momento da chegada do veículo no CD como com o momento em que as cargas deveriam começar a ser transportadas para a doca (término do procedimento do CO). As quantidades referentes a cada momento em que ocorrem pode ser vistas na Tabela 5-17. Através da análise destes dados, é possível formular o esquema apresentado na Tabela 5-18, que resume os momentos em que ocorre a separação. Nela é possível perceber que dos 293 DTs analisados:

- 126 (43%) iniciaram e terminaram antes da chegada do veículo;
- 5 (1,7%) iniciaram antes da chegada e terminaram após a chegada, porém antes do procedimento do CO;
- 6 (2,0%) iniciaram após a chegada e terminaram antes do procedimento do CO;
- 11 (3,8%) começaram após a chegada e antes do procedimento do CO, porém terminaram após o procedimento do CO;
- 3 (1,0%) começaram antes da chegada do veículo, mas terminaram após procedimento do CO e
- 142 (48,5%) começaram e terminaram após o procedimento do CO.

Nestas explicações, procedimento do CO se refere à etapa em que o Controle da Operação realiza suas atividades habituais e repassa ao conferente a ordem para solicitar o início do transporte dos produtos para a doca. Assim, pode-se perceber que quando já era possível iniciar o transporte, mais da metade (53,3%) dos DTs ainda não havia terminado de ser separado.

Tabela 5-17 - Análise separação no *Picking* Fracionado

Início da Separação	Qtde. DTs
antes da chegada do veículo	137
após chegada, antes da passagem pelo CO	18
após passagem pelo CO	138

Término da Separação	Qtde. DTs
antes da chegada do veículo	127
após chegada, antes da passagem pelo CO	11
após passagem pelo CO	155

Tabela 5-18 - Resumo Separação no *Picking*

ANTES		CHEGADA		CO
126	5	6	11	142
43,0%	1,7%	2,0%	3,8%	48,5%
		3		
		1,0%		

Desta forma, pode-se dizer que grande parte da carga que deveria estar separada não estava, o que pode ter aumentado o tempo de ciclo. Porém, não se pode garantir que seja uma das causas, porque mesmo que ocorra de forma atrasada, não necessariamente o veículo já estava na doca esperando a carga, pois a doca poderia estar ocupada no momento. Portanto são necessários novos estudos para se chegar a conclusões válidas.

5.8. Análise por tipo de transporte

Além da análise do tempo de permanência pelo tipo de carregamento, que pelo que foi visto tem grande influência, outro fator que pode influenciar é o tipo de transporte, isto é, se é fechado ou fracionado. O transporte fechado ocorre quando os produtos vão para um cliente único, de forma direta, já o fracionado ocorre quando há pedidos de diversos clientes em um mesmo veículo, e os produtos são entregues para cada cliente, ou o veículo vai para a transportadora, onde a carga é distribuída em outros veículos que farão a entrega cliente a cliente. Este último tipo é o que mais ocorre no transporte fracionado.

Assim como foi feito nos cenários para os diferentes tipos de carregamento, serão seguidos os mesmo procedimentos para o tipo de transporte, iniciando pela análise *BoxPlot* e análise do

tamanho da amostra, com os resultados disponíveis no APÊNDICE C e no APÊNDICE D. O cenário do transporte fechado é chamado de Cenário I o do fracionado de Cenário II. Assim como na análise por tipo de carregamento, o nível de confiança assumido foi de 5% e o erro relativo de 10%.

Pode-se perceber que as únicas etapas que resultaram em tamanho insuficiente da amostra são as mesmas que apresentaram o mesmo problema quando tratados os cenários referentes ao tipo de carregamento (seção 5.2.1). Desta forma, as mesmas justificativas são aplicadas e justificam a aceitação de tais amostras.

A seguir, são apresentadas as durações médias por intervalo entre registros para os dois cenários analisados, na Tabela 5-19. bem como a duração dos tempos de espera para estes cenários, na Tabela 5-20. Os tempos totais de processo estão apresentados na Tabela 5-21.

Tabela 5-19 - Tempo dos intervalos entre registros

Cenário			
Intervalo	Fechado	Fracionado	Variação
A	5,6	4,1	27,2%
B	9,9	7,8	21,8%
C	17,2	15,7	8,7%
D	53,1	43,2	18,6%
E	187,2	251,8	25,7%
F	71,4	82,2	13,0%
G	4,3	5,6	23,1%
H	49,9	51,3	2,6%
I	7,2	21,1	66,0%
J	22,3	24,4	8,4%
K	9,3	10,0	7,2%

Tabela 5-20 - Tempos de espera

Cenário		
Espera	Fechado	Fracionado
a	1,89	0,36
b	9,61	7,45
c	10,34	8,84
e	170,48	235,15
h	45,10	46,45
y	-	4,27
j	16,58	18,62
k	20,07	22,11
TOTAL	274,07	343,26

Tabela 5-21 - Tempos médios totais por ciclo

Cenário	Tempo total	Tempo Produtivo	Tempo Ocioso	% tempo ocioso
Fechado	403,4	121,0	282,5	70,0%
Fracionado	493,0	141,4	351,6	71,3%

A análise destes valores calculados evidencia a grande diferença entre os dois tipos de transporte, onde o tempo total de um transporte fechado é menor do que a metade do tempo do fracionado. Por esta razão, o tempo de espera do fracionado é quatro vezes maior do que o fechado.

Assim, pode ter relação entre o tipo de transporte e o tipo de carregamento, de modo que um possa influenciar o outro, por esta razão foi realizado um levantamento destacando para cada tipo de carregamento o percentual do tipo de transporte que é utilizado. Tal levantamento está representado na Tabela 5-22.

Tabela 5-22 – Distribuição por tipo de carregamento e tipo de transporte

Carga	Tipo Transporte	Fechado	Fracionado
Não Palet.		100,0%	0,0%
Palet. Misto		47,9%	52,1%
Palet. Unit.		77,1%	22,9%
Palet. Unit. + Não Palet.		100,0%	0,0%

No entanto não é possível tirar conclusões sobre as influências de um fator sobre outro. Para chegar a tais conclusões, novos estudos serão feitos, avaliando cada combinação entre tipo de carregamento e tipo de transporte separadamente.

De posse de todos os dados já mencionados sobre os transportes fechado e fracionado, é possível apresentar os mesmos gráficos já apresentados para os tipos de carregamentos, que relacionam as atividades com os momentos em que ocorrem ao longo do tempo dentro de um ciclo. Tais gráficos estão apresentados no APÊNDICE E. Para efeito de comparação entre os dois cenários, a escala de tempo utilizada foi a mesma para ambos os casos.

5.9. Tratamento dos eventos

Após a elaboração dos gráficos, tabelas e análises, é importante destacar os intervalos entre registros que apresentam um percentual considerável de *outliers*, isto é, eventos, que foram considerados dados suspeitos pela análise *BoxPlot*. A Tabela 5-23 e a Tabela 5-24 apresentam o percentual para cada etapa através dos dois tipos de análises consideradas. Estes valores serão utilizados posteriormente para que para os maiores valores sejam tomadas ações para minimizar estes valores.

Tabela 5-23 – Probabilidade de eventos por tipo de carregamento

CENÁRIO					
INTERVALO	PALET. MISTO + NÃO PALET.	PALET. UNIT.	TODOS	PALET. MISTO	NÃO PALET.
A	18%	17%	18%	18%	18%
B	11%	13%	12%	11%	11%
C	11%	11%	12%	9%	11%
D	3%	-	3%	3%	3%
E	5%	4%	4%	5%	5%
F	6%	6%	6%	6%	6%
G	10%	7%	8%	8%	10%
H	4%	6%	6%	5%	4%
I	11%	12%	12%	12%	11%
J	6%	6%	7%	6%	6%
K	8%	8%	8%	8%	8%
TAM. AMOSTRA	293	496	789	274	186

Tabela 5-24 – Probabilidade de eventos por tipo de transporte

INTERVALO	FECHADO		FRACIONADO	
	tamanho amostra	Probabilidade	tamanho amostra	Probabilidade
A	487	19%	231	18%
B	493	14%	260	7%
C	524	11%	245	12%
D	205	2%	164	5%
E	645	4%	269	4%
F	662	6%	266	5%
G	282	12%	172	6%
H	661	6%	267	5%
I	586	16%	238	15%
J	547	8%	268	4%
K	529	7%	266	5%

5.10. Carregamento

Para a definição do tempo médio de carregamento foram considerados os carregamentos realizados no primeiro semestre de 2011. Algumas premissas foram consideradas:

- Foi considerado apenas um DT por veículo, isto é, mesmo que um veículo carregue diversos DTs, apenas um foi utilizado para o cálculo;
- A quantidade de pallets, que define o tipo de carga, foi calculada conforme a quantidade de caixas por pedido dividida pela quantidade total de caixas por pallet do produto especificado. Desta forma, a quantidade de pallets mistos obtidos não é necessariamente igual ao valor formado, e sim a um valor aproximado. Para os casos em que há o registro da quantidade de pallets formados através das planilhas do *Picking*, foi considerado este valor, por ser o real, já para os demais foi considerado o valor calculado arredondado para cima;
- Foi considerada como carga paletizada mista aquela que apresentasse um valor de pallets mistos superior a 1 pallet, e quando o veículo não fosse específico para não paletizado. A carga paletizada unitária é aquela que apresenta até um pallet misto e diversos pallets unitários. Já a não paletizada é a que apresentação denominação do veículo que indica que a carga é não paletizada.

Os resultados referentes a esta análise, avaliados conforme o tipo de transporte e o tipo de carga são apresentados na Tabela 5-25, Tabela 5-26, Tabela 5-27 e Tabela 5-28..

Tabela 5-25 - Tempos médios de carregamento (min.) (continua)

Tipo	Qtde Carregamentos	Duração média	Desvio padrão	Percentual
Fechado	3642	75,5	53,1	77,0%
Fracionado	1087	89,0	55,2	23,0%

Tipo	Qtde Carregamentos	Duração média	Desvio padrão	Percentual
Não Palet.	282	137,0	79,9	6,0%
Paletizado Misto	1872	86,0	53,8	39,6%
Paletizado Unitário	2575	66,9	44,5	54,5%

Tipo	Qtde Carregamentos	Duração média	Desvio padrão	Percentual
FECHADO	3642	75,5	53,1	77,0%
- Não Paletizado	282	137,0	79,9	6,0%
- Paletizado Misto	917	80,4	50,5	19,4%
- Paletizado Unitário	2443	66,6	44,5	51,7%

Tabela 5-26 - Tempos médios de carregamento (min.) (conclusão)

Tipo	Qtde Carregamentos	Duração média	Desvio padrão	Percentual
FRACIONADO	1087	89,0	55,2	23,0%
- Paletizado Misto	955	91,3	56,3	20,2%
- Paletizado Unitário	132	72,8	43,6	2,8%

Tabela 5-27 - Relação percentual do tipo de carga em relação ao tipo de transporte

Tipo de carga			
Tipo de transporte	Paletizado Unit.	Paletizado Misto	Não Palet.
Fechado	67,1%	25,2%	7,7%
Fracionado	12,1%	87,9%	0,0%

Tabela 5-28 - Relação percentual do tipo de transporte em relação ao tipo de carga

Tipo de transporte		
Carga	Fechado	Fracionado
Não Paletizado	7,7%	0,0%
Paletizado Misto	25,2%	87,9%
Paletizado Unitário	67,1%	12,1%

Poder-se-ia pensar que o tempo de carregamento de uma carga paletizada unitária deveria ser igual ao de uma paletizada mista, visto que a separação deve ser feita antecipada, porém a Figura 5-2 evidencia o porquê da diferença de tempo considerado, sobretudo nas janelas. O principal motivo é que para as cargas paletizadas unitárias algumas etapas ocorrem em paralelo, como o transporte até a doca, a conferência e o carregamento no veículo, já para as paletizadas mistas é necessário o término de uma etapa para iniciar a próxima. Para o carregamento não paletizado o tempo é maior em virtude do maior tempo para carregar a carga no veículo, pois é colocada caixa por caixa.

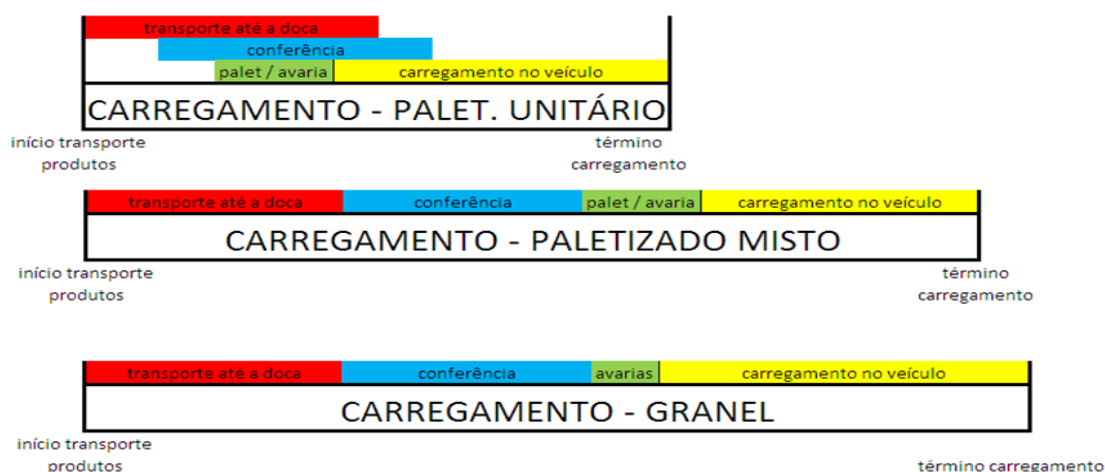


Figura 5-2 - Etapas carregamento

6. DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS PARA RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO

6.1. Identificação das principais causas

Com toda a análise dos dados realizada, pode-se começar a pensar em propostas para racionalizar o processo de expedição, reduzindo ou eliminando seus principais problemas referentes ao elevado tempo total de permanência do veículo no CD e aos grandes deslocamentos tanto do motorista a pé quanto do veículo. Desta forma, o primeiro passo consiste em identificar as principais causas destes dois problemas. Para esta seleção das principais causas, algumas ferramentas foram utilizadas, como o GUT e o Diagrama de Pareto.

O diagrama de Pareto foi utilizado para os tempos de espera apresentados na Tabela 5-14 para que pudessem ser evidenciados os principais valores. Tais resultados estão apresentados na Figura 6-1, e mostram que os três maiores valores (e, h, i) correspondem a mais de 90% do tempo total de espera.

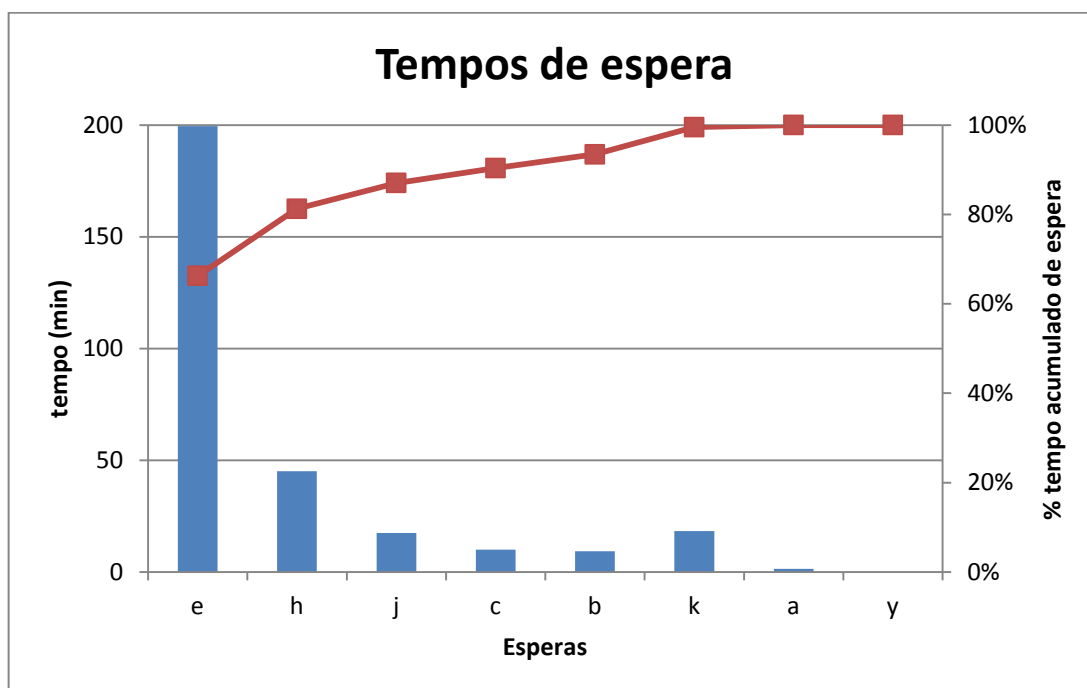


Figura 6-1 - Pareto para tempos de espera

Definidos os principais tempos de espera e selecionados os maiores valores do percentual de eventos, na Tabela 5-23 e Tabela 5-24, é necessário definir as principais causas que serão tratadas e solucionadas. Assim, a técnica utilizada para a seleção foi o GUT, no qual são

avaliados três quesitos para os problemas considerados: a gravidade, a urgência de se tomar uma ação e a tendência no caso de ausência de ação. O produto destas três avaliações resulta no índice GUT e os maiores serão os escolhidos. O resultado desta análise está apresentado na Tabela 6-1 e pode-se perceber que as duas principais ociosidades apresentam os maiores valores e serão tratadas inicialmente na tentativa de eliminação ou, ao menos, da redução das mesmas.

Tabela 6-1 - Análise GUT

Problema	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Ociosidade e	5	5	3	75
Ociosidade h	4	4	4	64
Ociosidade j	3	2	3	18
Eventos A	3	3	3	27
Eventos B	3	2	3	18
Eventos C	2	3	3	18
Eventos I	3	3	3	27

A escala utilizada para determinar as pontuações em cada um dos três critérios está disponível no ANEXO B – Escala GUT.

Para a gravidade, considerou-se que quanto maior o impacto no tempo total de permanência, maior a gravidade, desta forma as duas maiores ociosidades receberam as maiores notas em virtude do alto valor perante o tempo total de ciclo. Para os eventos, quanto maior a chance de ocorrência, que aumenta o tempo total, maior a gravidade. Para as durações entre as etapas quanto maior a diferença entre os valores, maior a influência no tempo total, e consequentemente na gravidade. Para a urgência, o fator decisivo de quando deve ser tomada a ação, os quesitos que apresentam maior influência no tempo total requerem ações mais imediatas, recebendo notas maiores, enquanto que aquelas que afetam menos a permanência podem receber ações a médio e longo prazo. Para a tendência, foi considerado que quase todos os quesitos avaliados, ociosidades, eventos e durações entre etapas, tendem a permanecer como estão no futuro no caso de não existir uma ação destinada para tal, pois não há evidências de que possa melhorar ou piorar ao longo do tempo sem a influência de ações específicas. A única exceção é a ociosidade h, visto que com a implantação de novas linhas produtivas, o fluxo de veículos na entrada do CD tende a ser maior e provocar esperas maiores para os veículos, recebendo, portanto, avaliação 4 (aumenta).

6.2. Ociosidade e

Para o maior tempo de espera (Ociosidade e), que diz respeito ao tempo entre o término dos procedimentos do Controle da Operação e o início real do carregamento, é necessário entender inicialmente as etapas que compõem essa espera. A Figura 6-2 apresenta as cinco etapas componentes, nas quais é possível agir em três delas, marcadas em verde, para reduzir o tempo total. A primeira etapa em que é possível agir é o *Picking* Fracionado, visto que esta etapa poderia e deveria ser feita antecipadamente, não devendo compor este tempo de espera. Desta forma, a antecipação da separação da carga elimina este componente da espera total mencionada. Os outros dois componentes em que é possível atuar para reduzir o tempo de espera é o tempo gasto pelo conferente para chamar o motorista e o tempo que o mesmo gasta para entrar no CD e encostar na doca. Ações podem e devem ser tomadas, alterando-se o fluxo, de modo que estas etapas consumam um tempo menor e apresentem maior eficiência. Tais ações serão sugeridas posteriormente.

Desta forma, reduzindo o tempo gasto nestes três componentes, acredita-se que o tempo de espera por doca disponível seja reduzido, como consequência do tempo total de carregamento médio por veículo. Por fim, o componente referente ao conferente recolher o DT deixado pelo Controle da Operação não apresenta possibilidades de melhoria, visto que é dependente das atividades do conferente, e não do processo.

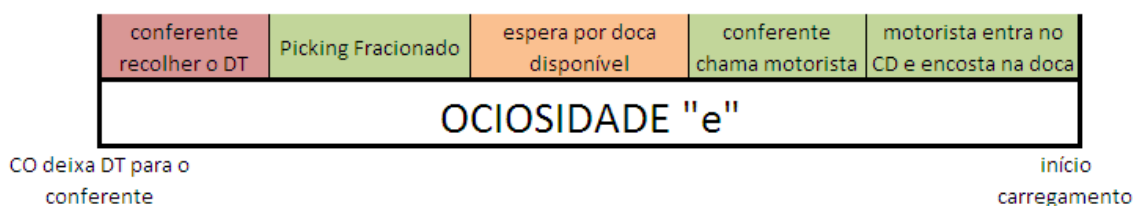


Figura 6-2 - Etapas da espera "e"

Além da divisão desta espera em seus componentes, é importante analisar as possíveis causas do tempo de espera. Para isto, uma ferramenta apropriada é o Diagrama de Causa-e-efeito (Diagrama de Ishikawa), no qual são mencionadas as possíveis causas, classificadas por sua natureza. Tal diagrama está apresentado na Figura 6-3.

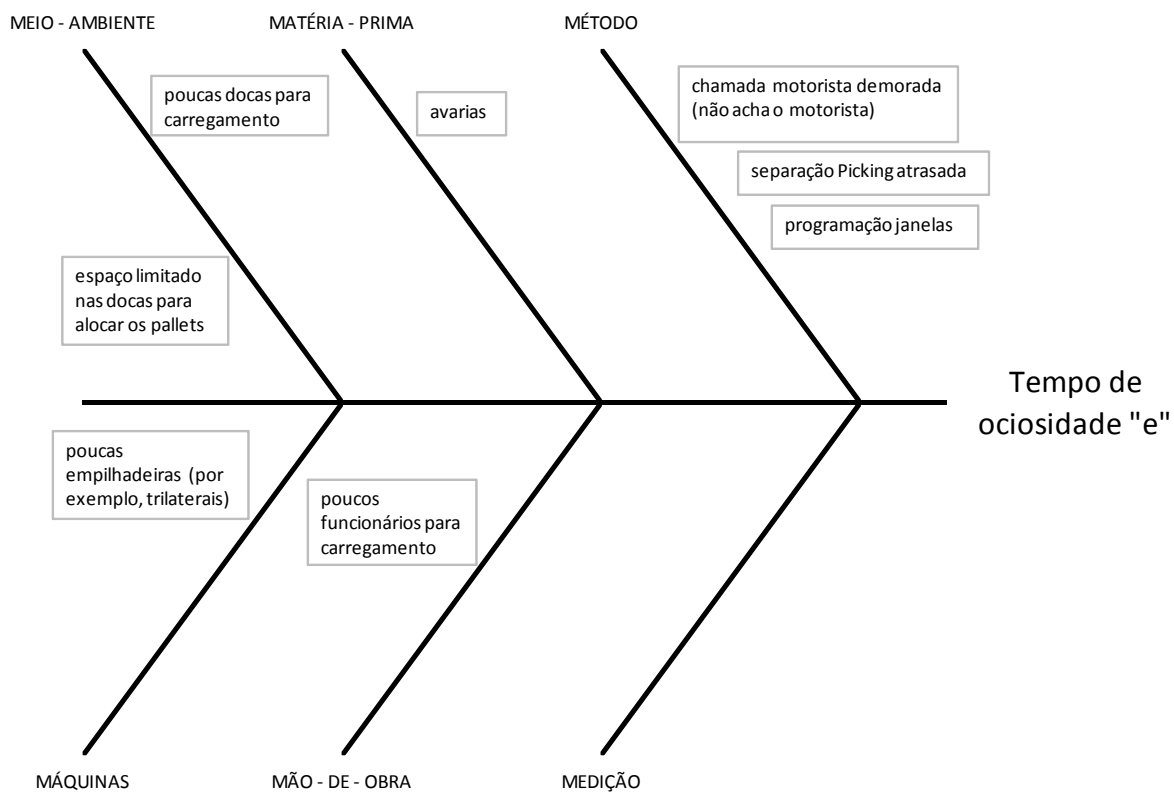


Figura 6-3 - Diagrama de Ishikawa para espera "e"

Como já foi visto na Tabela 5-18, grande parte da separação (*Picking*) é realizada após a liberação do Controle da Operação para iniciar o carregamento, isto é, ocorre de forma atrasada. No entanto, isto não significa que esta separação seja o principal motivo para a espera existente, é necessário avaliar se os carregamentos ocorrem logo após o término da separação atrasada, o que evidenciaria a separação como causa principal, ou se mesmo após a separação atrasada ainda há espera até iniciar o carregamento. Para esta análise, foi elaborada a Figura 6-4, no qual a soma dos valores corresponde à espera total. A barra superior corresponde às cargas em que o *Picking* foi realizado antecipadamente e o transporte é fechado, a segunda barra corresponde ao *Picking* antecipado para o transporte fracionado, a terceira corresponde ao *Picking* atrasado para o transporte fechado e a quarta para ao *Picking* atrasado para carga fracionada.

Os valores intermediários das últimas duas barras correspondem à duração do *Picking*, bem como o momento médio em que ocorre.

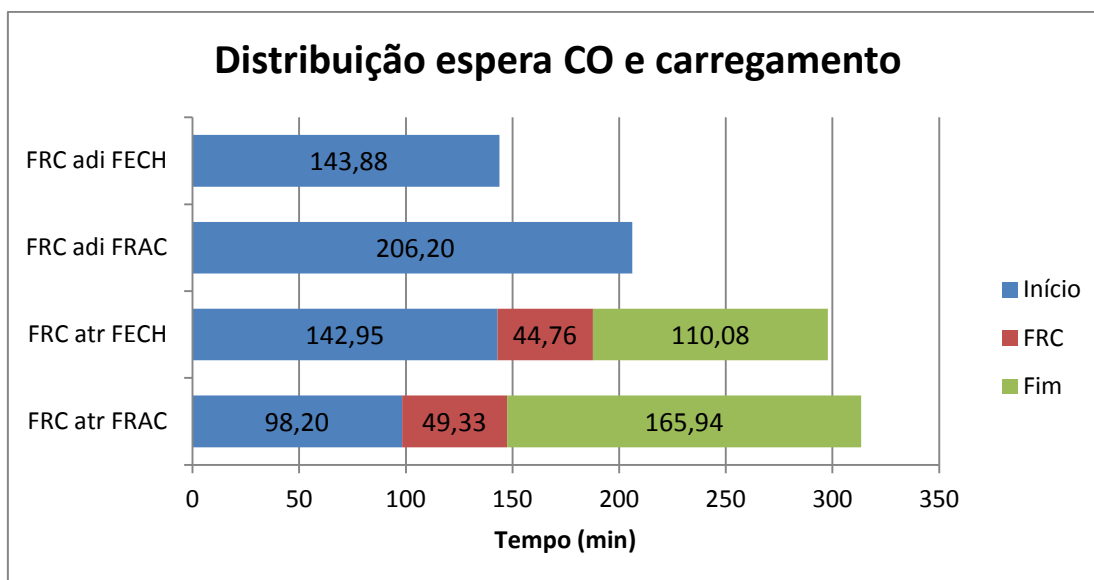


Figura 6-4 - Distribuição *Picking* ao longo da espera "e"

Análise do tempo entre término
FRC e início Carregamento

menor ou igual a 0 min.	13,3%
até 5 minutos	15,1%
até 10 minutos	15,9%
até 20 minutos	18,1%

Figura 6-5 - Influência do *Picking* na espera "e"

Através da análise da Figura 6-4 e Figura 6-5, pode-se perceber que apesar do *Picking* ocorrer tardiamente em quase metade dos casos, ele só é o fator principal da espera para cerca de 15% dos casos, visto que nestes casos o carregamento inicia-se logo após o término da separação das cargas. Para as demais esperas, ele não é o fator chave. No entanto, pode-se perceber também que mesmo não sendo um fator direto da espera, nos casos em que a separação ocorre com atraso a espera é maior do que quando é feita de forma antecipada.

É importante destacar que a espera tratada no momento pode ser analisada de outra forma, na qual são especificados os responsáveis. Esta classificação é importante pois um valor alto de tempo de espera pode ser provocado pelo fato de o motorista chegar antes do horário ao CD, e consequentemente ter de aguardar pela janela designada para ele. Isso seria computado como uma espera, visto que entrou com antecedência no processo, no entanto não diz respeito a uma falha de processo. Por esta razão, as esperas serão divididas em três tipos:

- Proveniente do motorista, isto é, o mesmo chegou antes do horário e deve aguardar pelo horário da janela correspondente;

- Proveniente da empresa, pois o motorista está apto para carregar dentro do horário da janela, porém há espera em virtude de algum outro motivo que é da responsabilidade da empresa;
- Proveniente do fato de as atividades ocorrerem após o horário de janela designado. Neste caso não é possível definir os responsáveis, visto que pode ser por atraso do motorista, do processo, ou da própria empresa.

Destes três tipos, a empresa deve atuar para reduzir os dois últimos tipos, e informar para a transportadora o tempo necessário que o motorista deve chegar ao CD para carregar no horário da janela especificado e reduzir o primeiro tipo.

A Figura 6-6 apresenta os momentos possíveis de disponibilização dos DTs pelo CO para os conferentes para iniciar o carregamento e os momentos possíveis de iniciar o carregamento real. As barras em vermelho correspondem às etapas intermediárias entre estes dois momentos, incluindo as etapas de trânsito, pesagem, etc.

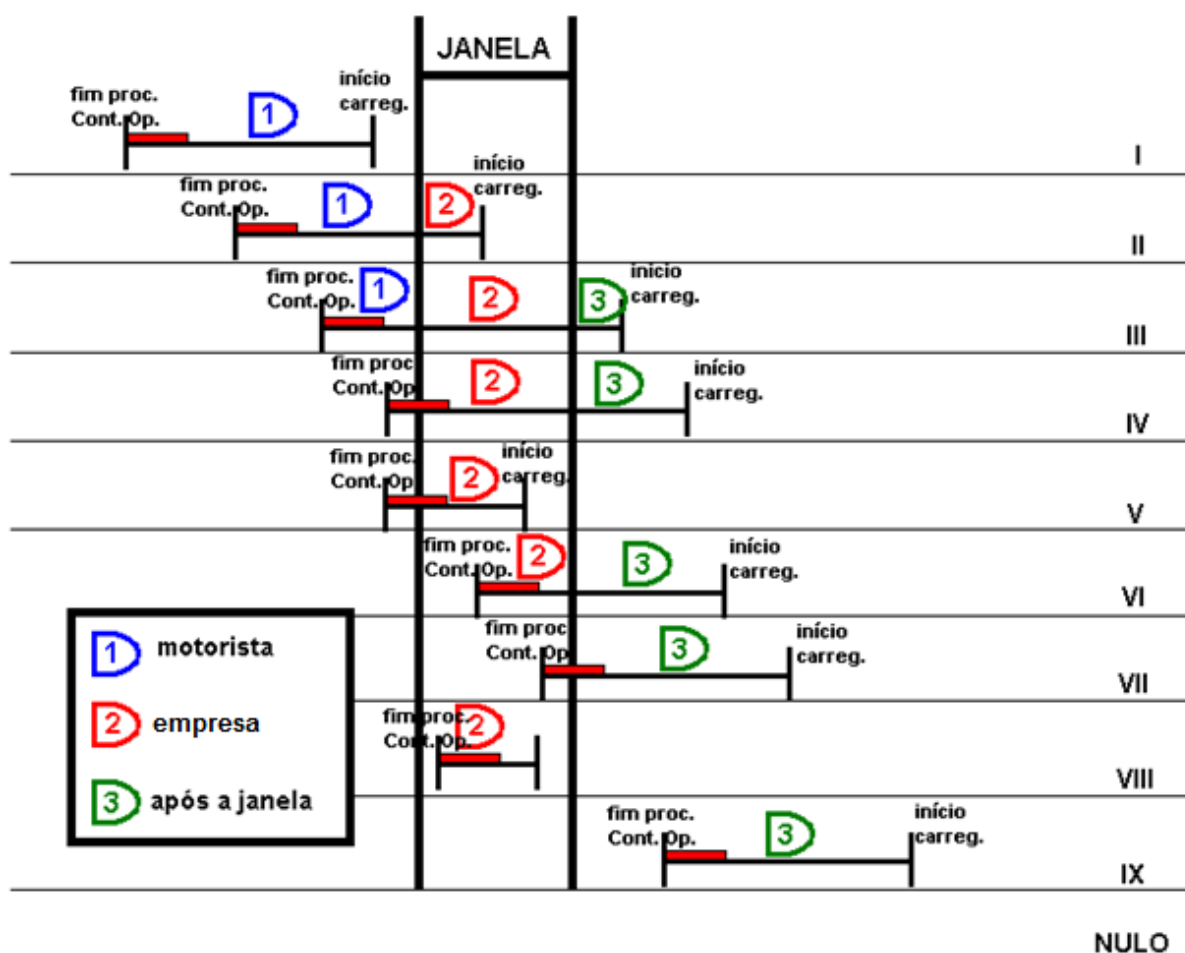


Figura 6-6 - Tipos de espera "e"

Utilizando esta classificação, foi possível não só obter um tempo médio para cada um dos três tipos de classificação, como também ter uma visão sobre a realidade dos carregamentos do CD.

Os valores médios calculados são apresentados na Tabela 6-2 e Tabela 6-3, conforme a classificação desejada, onde se pode perceber que a chegada antecipada do motorista influencia bastante no tempo de espera total. Da mesma forma, grande parcela da espera é provocada pelo fato de já ter passado o horário da janela.

Vale ressaltar que o tempo de janela considerado é diferente para o transporte fechado e fracionado. Para o fechado o tempo de janela é 120 minutos, enquanto para o fracionado é 240 minutos.

Outras análises sobre estes dados estão apresentados no APÊNDICE I, apresentando os valores percentuais de ocorrência de cada tipo de carga e os tempos médios de espera quando ocorre cada tipo de espera.

Tabela 6-2 - Tempo médio de espera por tipo veículo

Tipo de transporte	Motorista	Empresa	após janela	Total
Fechado	88,0	13,6	90,9	192,6
Fracionado	143,9	15,0	107,2	266,1

Tabela 6-3 - Tempo médio de espera por tipo carga

Tipo de carga	Motorista	Empresa	após janela	Total
Paletizado Misto	104,0	21,7	124,1	249,4
Paletizado Unitário	100,7	15,1	64,3	179,5
Não Paletizado	121,3	20,3	185,8	327,4

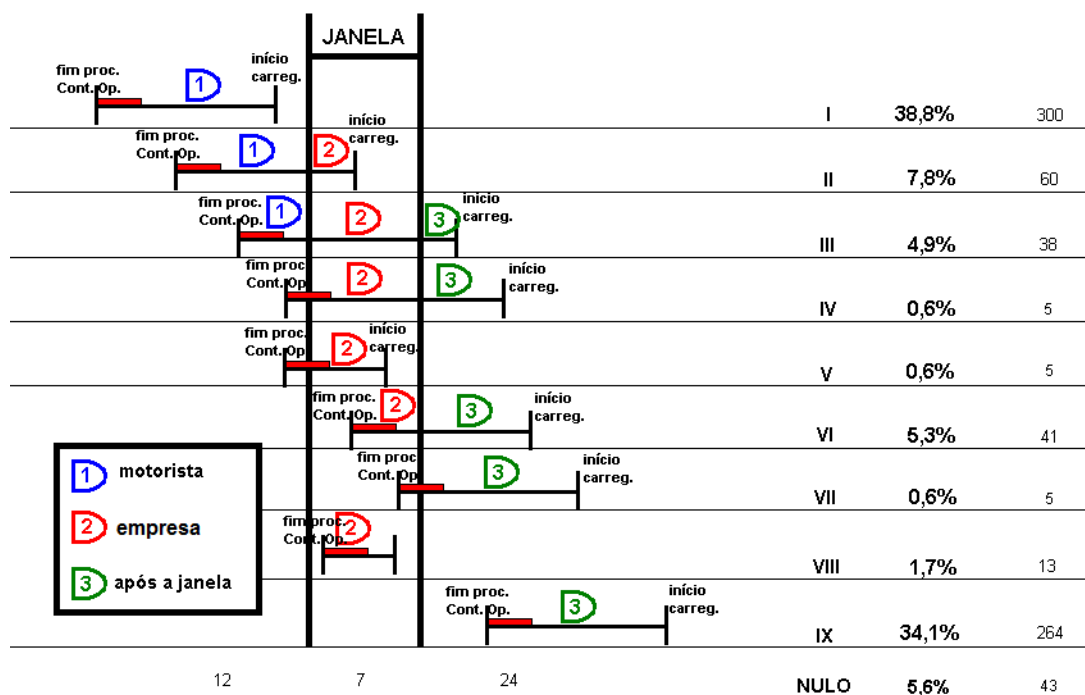


Figura 6-7- Percentuais de ocorrência para cada possibilidade

A Figura 6-7 apresenta os percentuais para cada possibilidade de ocorrência, na segunda coluna e na terceira apresenta a quantidade de carregamentos. Vale destacar que a grande maioria ocorre antes (38,5%) ou depois (34,1%) da janela. Além disso, apenas 5,6% dos carregamentos não obtiveram esperas.

É possível estratificar esta análise dos percentuais de ocorrência tanto para o tipo de transporte quanto para o tipo de carga. Tais valores são apresentados no APÊNDICE F e pode-se perceber que para o transporte fechado e para cargas paletizadas mistas e granéis, a maior ocorrência é do tipo IX (CO e início carregamento após término da janela). Por outro lado, para o transporte fracionado e cargas paletizadas unitária a maior ocorrência é do tipo I (CO e início carregamento antes do início da janela).

Após a análise da espera através da Figura 6-7, é preciso analisar os momentos em que se inicia e termina cada carregamento, calculando os percentuais para cada possibilidade. Tais valores estão apresentados na Figura 6-8. Através dela, pode-se perceber que quase metade dos carregamentos inicia-se após o término da janela correspondente, e mais de um terço inicia-se e termina antes do horário da janela. Desta forma, apenas 6% ocorrem dentro do horário programado. Através das durações apresentadas na Figura 6-8, pode-se perceber que

quando o carregamento ocorre dentro do programado, a duração do carregamento tende a ser menor, tanto para o transporte fechado quanto fracionado.

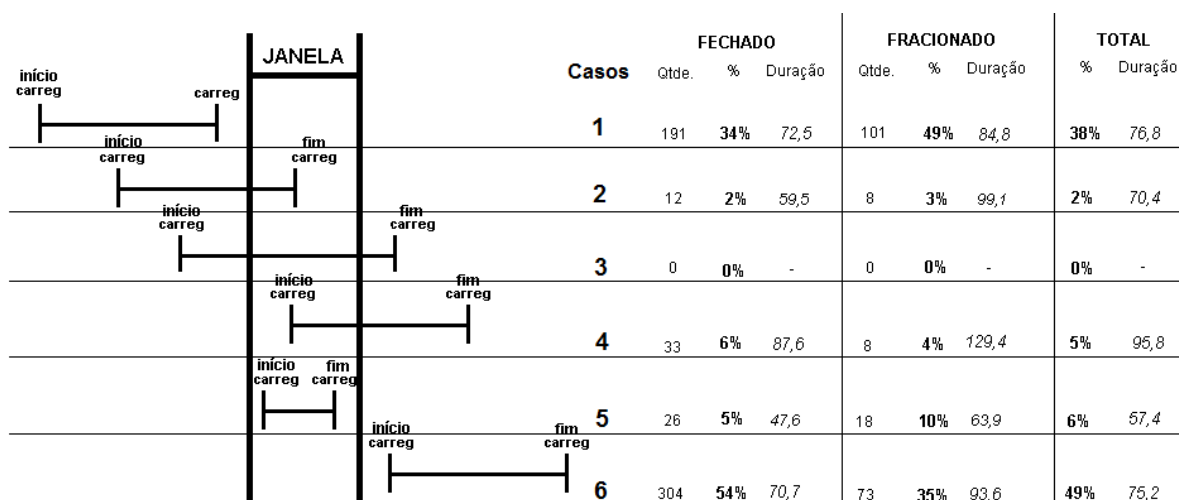


Figura 6-8 - Análise do momento de carregamento

Pode-se abrir esta análise por tipo de carga também, os valores percentuais de ocorrência, bem como os tempos médios de carregamento são apresentados no APÊNDICE F.

Desta análise, pode-se destacar que o transporte fechado e a carga paletizada mista apresentam os maiores percentuais de carregamento posteriores ao horário da janela, enquanto o transporte fracionado e carga paletizada unitária apresentam maior ocorrência de carregamento anterior à janela. Em relação ao tempo de carregamento, como já foi ressaltado, o tempo é menor quando ocorre dentro do horário programado e é maior quando se inicia na janela porém supera o horário final da janela. Vale destacar que nenhum dos carregamentos não paletizados foi realizado totalmente dentro da janela.

6.3. Ociosidade h

A segunda ociosidade destacada pela análise GUT é a espera “h”, que diz respeito ao tempo entre a liberação pelo Controle da Operação após o carregamento e o início das atividades do *Front Line*, como emissão de notas fiscais, pagamentos de impostos, etc.

Para iniciar o levantamento das possíveis causas também foi utilizado o Diagrama de Ishikawa, apresentado na Figura 6-9.

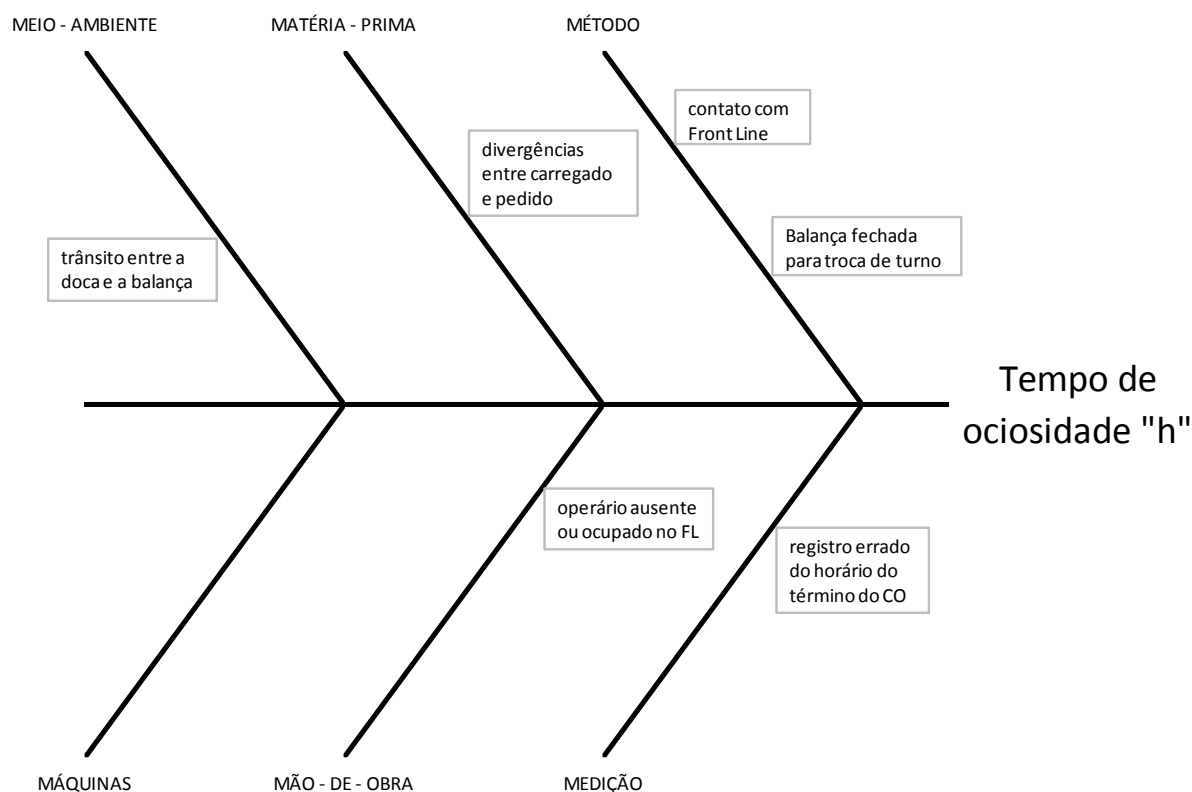


Figura 6-9 –Diagrama de Ishikawa da ociosidade "h"

Dentre estas possíveis causas, acredita-se que o fato de a balança ser fechada nos períodos de troca de turno possa ter influência na espera mencionada. Assim, este será o principal ponto analisado.

As trocas de turno ocorrem às 05h20min, 13h40min e às 22h00min, e a balança é fechada desde 20 minutos antes deste horário até 20 minutos após. Assim, é importante avaliar as esperas ocorridas em cada horário do dia, para analisar a influência das trocas de turno. A Figura 6-10 apresenta esta distribuição.

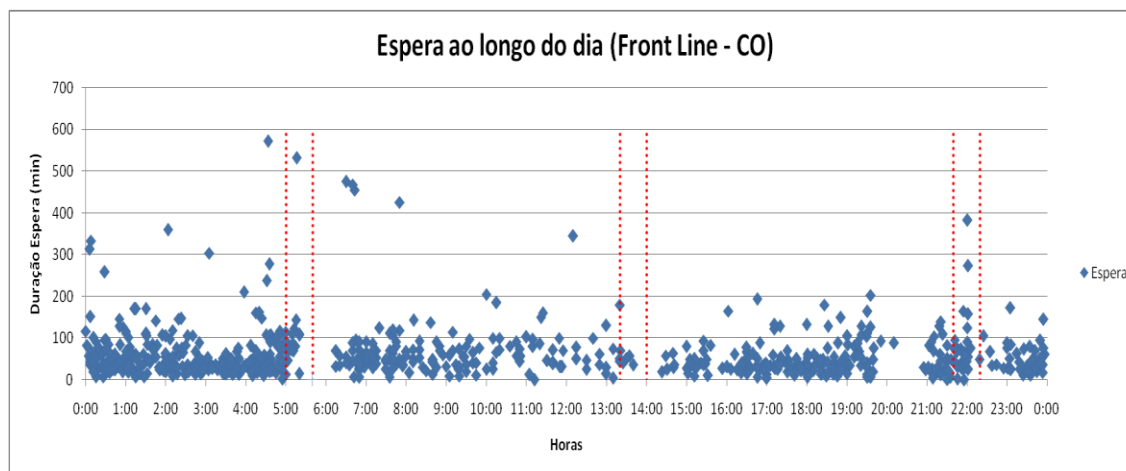


Figura 6-10 - Distribuição das esperas "h" ao longo do dia

Para cálculo da influência, foi calculada a espera média quando não há influência direta da troca de turno e quando há influência direta (término do procedimento do CO antes do fechamento da balança e início do *Front Line* após reabertura da balança). Estes cálculos apresentaram os resultados apresentados na Figura 6-11. Desta forma, tendo-se o valor médio com todos os dados e o valor médio sem a troca de turno, pode-se determinar a influência da mesma no tempo total de espera, explicitado na Figura 6-12.

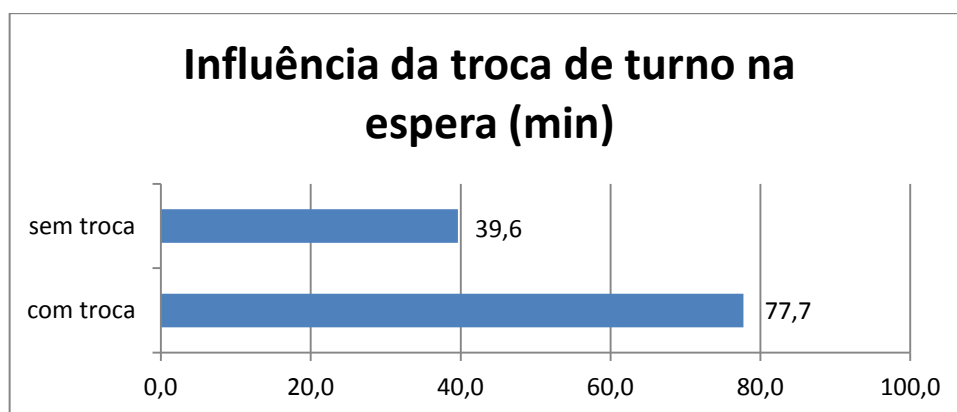


Figura 6-11 - Influência da troca de turno na espera "h"

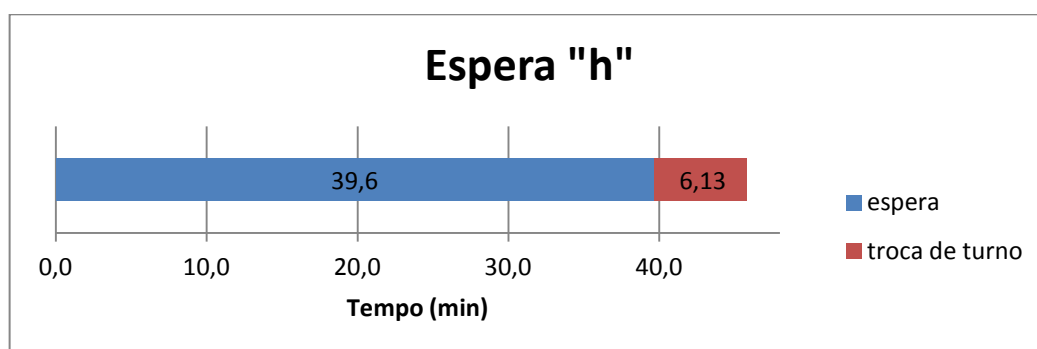


Figura 6-12 - Relação troca de turno e espera "h"

6.4. Propostas de mudanças no processo de expedição

6.4.1. Propostas iniciais

Após todas as análises realizadas sobre os dados coletados e as conclusões obtidas, possíveis mudanças no fluxo são propostas, explicadas e justificadas. Tais mudanças serão posteriormente validadas com os gestores e se aprovadas farão parte do plano de ação proposto.

A primeira mudança sugerida consiste em realizar a **vistoria do veículo na área externa**. Os principais motivos para esta alteração diz respeito tanto ao tempo gasto pelo deslocamento do veículo para a doca para a realização da vistoria e o retorno para a área externa, bem como à redução do tráfego de veículo dentro do CD, permitindo maior fluidez e velocidade do veículo na área interna. Desta forma, as vantagens desta alteração consistem na redução do tempo de deslocamento e conseqüentemente do tempo de permanência, bem como a redução do fluxo de veículo dentro do CD. Outra vantagem é a redução do deslocamento que o motorista e o veículo devem percorrer. Por outro lado, a desvantagem consiste na necessidade de treinamento de algum funcionário já existente ou contratação de um novo para desempenhar tal função.

A segunda mudança diz respeito à **eliminação da pesagem inicial e final**. Considerando que são raros os casos em que a divergência de peso inicial e final é maior que a tolerância, e mais raros são os casos em que o veículo deve retornar à doca para nova conferência, pode-se considerar a alternativa de eliminação das pesagens, ou ao menos realizar a pesagem por amostragem, como ocorre já na saída de pessoal da empresa, em que são escolhidas pessoas de forma aleatória e representa grande eficiência. A vantagem na eliminação consiste na redução do tempo total de permanência, visto que algumas etapas são eliminadas, já a desvantagem é o menor controle sobre o volume total transportado e se está correto.

A terceira mudança proposta é a utilização do **estacionamento interno** para os próximos veículos que serão carregados já aguardarem dentro do CD. As vantagens desta mudança no fluxo consistem na redução do deslocamento do veículo e do tempo gasto para o mesmo chegar até a doca após ser chamado pelo conferente. Por outro lado, a desvantagem reside na necessidade de destinar parte das vagas existentes no CD para os próximos veículos que irão

carregar. Tal fator restringe as vagas disponíveis para as carretas da frota própria que aguardam carregadas no CD à espera dos cavalos-mecânicos.

A quarta mudança consiste em **reduzir as passagens pela portaria antes do carregamento** de duas para uma. A solução seria realizar os procedimentos das duas passagens em apenas uma, e algumas atividades, como o carimbo autorizando a entrada no CD, seriam realizadas pela Pamcary após a realização dos procedimentos necessários. A desvantagem deste caso é a necessidade de registrar todas as informações previamente, mesmo que posteriormente o carregamento seja cancelado por algum outro motivo (Pamcary, por exemplo).

A quinta alteração diz respeito apenas à **alteração na sequência dos procedimentos da Pamcary**. A etapa de registro de embarque não necessita da presença do motorista, sendo preenchida apenas pelo funcionário da Pamcary. Assim, uma forma de reduzir o tempo do processo é realizar primeiro todas as etapas que necessitam do motorista, como confirmação de sinal, verificação de dados, registro de dados, etc. e depois que o motorista for liberado realizar o registro de embarque. A vantagem é a redução do tempo total de processo, já a desvantagem diz respeito a possíveis esquecimentos de registro por parte dos funcionários, visto que deixam para realizar após a liberação do motorista. Se ocorrer o esquecimento, o registro terá que ser realizado na saída do veículo e não haverá redução do tempo de processo.

A sexta mudança se refere à **alteração na sequência dos procedimentos do Front Line**. Neste caso, a idéia é verificar os casos em que possa existir cobrança de impostos, segundo a UF. Para os casos positivos, devem-se realizar todas as etapas necessárias para solicitar a análise quanto ao pagamento de impostos, como emissão de notas fiscais, por exemplo. Feito isto, enquanto se aguarda a resposta sobre os impostos é que são realizadas as demais etapas, como preenchimento da ficha de recebimento de DT. A vantagem é a redução do tempo de processo, visto que as atividades realizadas enquanto se aguarda o retorno sobre os impostos não representam acréscimos no tempo total do processo. Já a desvantagem consiste no treinamento e adaptação dos funcionários para realizar as atividades na nova sequência proposta.

A sétima e última mudança é a **eliminação da passagem pela Central de Transporte**. O motivo é que tal passagem é realizada apenas para que seja registrada no SAP a entrada do veículo, com o registro de alguns dados, e a Ordem de Coleta seja carimbada, sendo que estas atividades podem ser feitas na etapa seguinte, no Controle da Operação. Esta eliminação reduziria os tempos de espera entre cada etapa, e reduziria o número de etapas do processo. A

desvantagem é a perda de controle por parte da CT, ou eventual necessidade de algum setor informar para a CT que o veículo se encontra no CD. A Tabela 6-4 apresenta de forma resumida as vantagens e desvantagens para cada mudança proposta.

Tabela 6-4 – Avaliação da proposta de mudanças

Mudança	<u>vantagem</u>	<u>desvantagem</u>
Vistoria	- Redução do deslocamento do veículo e fluxo pela portaria (vistoria interna)	- capacitação do conferente para realizar a vistoria e aumento de funções
Pesagem inicial e final	- redução do tempo de ciclo (menos etapas - pesagens)	- menor controle sobre volume de carga transportada
Estacionamento interno	- redução do deslocamento do veículo e tempo gasto	- necessidade de vagas reservadas no estacionamento interno
Passagens pela portaria antes carregamento	- simplificação do processo (eliminação de uma passagem pela portaria)	- necessidade de registro de todas as informações previamente, mesmo que posteriormente o carregamento seja cancelado por algum outro motivo (Pamcary, por exemplo)
Sequência Pamcary	- redução do tempo gasto na Pamcary no ciclo total	- esquecimento por parte do funcionário, necessitando o registro na saída do veículo
Sequência Front Line	- antecipação da etapa que gasta mais tempo, quando ocorre, que é o pagamento de impostos, possibilitando que as outras etapas sejam realizadas enquanto se espera pelo recebimento do pagamento dos impostos	- treinamento dos funcionários para realizar na nova sequência proposta
Central de Transportes	- simplificação do processo (eliminação da passagem pela CT)	- perda de controle por parte da CT, ou necessidade de algum setor informar para a CT que o veículo se encontra no CD

6.4.2. Brainstormings e discussões com cada área

Após as propostas de mudanças e melhorias, foram agendadas reuniões com as diversas áreas envolvidas, para que os resultados do estudo em questão pudessem ser apresentados e obtidas as opiniões e sugestões do pessoal envolvido em cada etapa do processo. A razão para estas

reuniões é identificar novas propostas advindas do pessoal que realiza as funções e consequentemente tem mais experiência em sugerir melhorias para melhorar o desempenho de suas atividades e do processo como um todo. Nestas reuniões puderam ser obtidas novas sugestões que não haviam sido levantadas inicialmente e serão mencionadas a seguir.

Após o registro das opiniões e idéias, foram apresentadas as idéias levantadas inicialmente para que os mesmos pudessem opinar sobre tais, isto é, responderem se acreditam que seria uma boa proposta, se surtiria o efeito desejado ou não, ou se sugeririam alguma alteração na proposta mencionada. Desta forma, esta etapa serviu como uma avaliação e validação das primeiras idéias de propostas. Após estas avaliações, bem como as novas sugestões, há uma consolidação das idéias, para que possam ser apresentadas para os responsáveis por autorizar e validar sua implementação. Finalmente, com as propostas validadas e autorizadas, é montado um plano de ação para que possa ser colocado em prática e consequentemente avaliado o resultado obtido. As novas ideias sugeridas estão apresentadas no APÊNDICE G. Além disso, há um esboço do fluxo proposto, sobre a planta do local, apresentado no APÊNDICE J.

6.4.3. Propostas Finais

Após estas discussões, foram definidas cinco sugestões dadas pelos funcionários que poderiam ser consideradas e avaliadas para melhoria do processo. A melhoria do processo deve conter propostas para reduzir tanto o tempo total de permanência quanto reduzir os deslocamentos do motorista e do veículo, aumentando o nível de serviço e a fluidez no CD.

A primeira sugestão diz respeito a colocar um **guia resumido dos procedimentos e sequenciamento** do processo no verso da Ordem de Coleta, de modo que o motorista consiga identificar em qual etapa do fluxo ele se encontra e para onde deve seguir.

O segundo ponto é **a instalação de placas de sinalização**, sinalizando no CD onde se encontra cada departamento, indicando aos motoristas o caminho a ser seguido.

A terceira idéia sugerida pelos funcionários que participam do fluxo é **a instalação de câmeras na balança**, de modo que no momento que o veículo estacione sobre a balança as câmeras capturam as placas do cavalo e da carreta, e tais imagens são apresentadas em tempo real para o *Front Line*, que registra tais informações. Tal alteração, além de diminuir o tempo gasto pelo motorista informando os dados ao *Front Line* (pequena redução), garante que os

dados serão registrados de forma correta, eliminando a possibilidade de o motorista informar a placa errada, ou informar a placa do cavalo quando deveria informar a placa da carreta, etc.. Quando ocorre diferença entre as placas registradas, além do veículo não ser autorizado a sair do CD, as notas fiscais emitidas tem que ser canceladas, e novas serem emitidas, provocando assim grande atraso no processo. Desta forma, a instalação das câmeras praticamente eliminaria este tipo de problema.

A quarta sugestão obtida foi a **eliminação da primeira faixa de pedestre**, fazendo com que os funcionários e motoristas apenas atravessem a rua na segunda faixa. Desta forma, o fechamento da balança em virtude do fluxo de pessoas na área próxima à balança poderia ser eliminado, visto que não haveria mais trânsito de pessoas neste local. Para garantir que ninguém trafegue fora da faixa, devem ser instalados guarda-corpos ao longo da calçada por onde as pessoas entram no CD.

A quinta idéia consiste na **alteração do local de impressão da Ordem de Coleta**, isto é, ela passaria a ser impressa na Pamcary, no início do processo, ao invés de ocorrer na portaria. Esta alteração possibilitaria a eliminação de uma das passagens pela portaria, porém necessitaria a implantação de máquinas na Pamcary para realizar as impressões.

Após a inclusão das novas sugestões e a validação com os gestores, chegou-se a um novo quadro com as possíveis mudanças e implementações comparadas com a situação atual, onde algumas já foram descartadas, outras aprovadas e outras ainda serão analisadas e consideradas.

Em relação à pesagem, foi constatada a real necessidade de se pesar as carretas com carga *foods*, que é o objeto de estudo. Para melhorar o fluxo de veículo, há outro estudo em análise que consiste em eliminar a pesagem final das cargas *snacks*, pois visto que são produtos de menor peso e maior volume, as diferenças de pesos são menos perceptíveis através da balança utilizada.

Sobre as alterações das sequências no *Front Line* e Pamcary, foram autorizadas e estarão presentes na proposta final, bem como a redução de passagens pela Portaria antes do carregamento de duas passagens para apenas uma.

No que diz respeito à vistoria, houve consenso de que a mesma deva ocorrer na área externa e seria mais fácil a alocação de um funcionário já existente por turno no interior do CD para realizar a vistoria do que designar esta função para os vigilantes ou contratar outros funcionários.

Já na questão do estacionamento interno, há concordância de que deva haver uma área interna, mas havia uma dúvida inicial se seriam vagas no estacionamento ou apenas uma área para o veículo aguardar momentos antes de encostar na doca. Após algumas autorizações e aprovações, foi decidido que seriam designadas vagas específicas.

Por fim, em relação à passagem pela Central de Transportes, foi constatado que a melhoria decorrente da eliminação desta etapa seria irrelevante para o processo total, e reduziria o controle por parte da Central de Transporte sobre os veículos que chegam ao Centro de Distribuição. Desta forma, ficou decidido manter a passagem como ocorre atualmente.

Sobre a impressão da Ordem de Coleta, apesar de o fluxo tornar-se mais linear com a impressão na Pamcary, a melhoria no tempo de permanência seria baixa, e acarretaria instalação de equipamentos neste setor, como a impressora, além do aumento de funções para tais funcionários. Desta forma, houve o consenso que o melhor seria manter a impressão na portaria, como já ocorre.

Desta forma, houve cinco principais mudanças que foram aprovadas e estão contidas no plano de ação para melhoria do fluxo e redução do tempo de permanência. As comparações destas mudanças com o modo que ocorre atualmente estão apresentadas na Tabela 6-5 e na Tabela 6-6.

Tabela 6-5 – Avaliação das mudanças propostas (continua)

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
	VISTORIA	
ATUAL	- não necessidade de alocar outra pessoa/cargo, o próprio conferente que permanece nas docas realiza a vistoria	- fluxo ineficiente, necessitando que o veículo entre no CD apenas para passar pela vistoria e tenha que sair logo após. Aumento do fluxo (trânsito) de veículos pela portaria, podendo implicar em um gargalo
PROPOSTO (EXTERNA - NOVA PESSOA)	- a vistoria externa reduz o tempo e o deslocamento necessários para o veículo passar pela vistoria, além de eliminar o fluxo do veículo no CD nesta etapa. A nova pessoa poderia realizar outras funções além da vistoria. Vistoria continuaria sendo realizada no início do processo.	- gastos com novo cargo (se for contratar novo funcionário), necessidade de definir área de atuação (portaria, etc.)

Tabela 6-6 - Avaliação das mudanças propostas (conclusão)

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
	ESTACIONAMENTO	
ATUAL (NÃO HÁ)	- todas as vagas são utilizadas pela frota própria, garantindo a segurança e conforto dos motoristas e veículos próprios da empresa	- veículos terceiros que vão realizar os carregamentos <i>foods</i> precisam aguardar na área externa, aumentando o tempo do ciclo em virtude do aumento do tempo entre a chamada do motorista até o mesmo encostar na doca
ESTACIONAMENTO INTERNO	- reduz o tempo de ciclo, pois se elimina o tempo gasto entre a chamada pelo motorista e o mesmo entrar no CD e se dirigir à doca. Aumento do conforto dos motoristas terceiros, que já aguardaram dentro do CD	- necessidade de alocar algumas vagas para veículos terceiros, reduzindo a quantidade de vagas destinadas para a frota própria
	PROCEDIMENTOS <i>FRONT LINE</i>	
ATUAL	- funcionários acostumados com a sequência atual, realizando de forma mais rápida e automática	- em virtude da sequência seguida, o tempo total neste setor é maior do que o necessário
PROPOSTO	- o reordenamento das etapas no <i>Front Line</i> pode reduzir o tempo total gasto neste setor, em virtude de algumas etapas serem realizadas em paralelo	- necessidade de readaptação dos funcionários para realizar as etapas na nova sequência
	PROCEDIMENTOS PAMCARY	
ATUAL	- funcionários acostumados com a sequência atual, realizando de forma mais rápida e automática	- em virtude da sequência seguida, o tempo total neste setor é maior do que o necessário
PROPOSTO	- o reordenamento das etapas na Pamcary pode reduzir o tempo total gasto neste setor, em virtude de uma etapa não necessitar a presença do motorista	- necessidade de readaptação dos funcionários para realizar as etapas na nova sequência
	PORTARIA ANTES DO CARREGAMENTO	
ATUAL	- duas passagens, sendo a primeira para retirar a Ordem de Coleta, e a segunda para registrar os dados, desta forma o registro dos dados é a última etapa a ser realizada antes da entrada do motorista no CD	- maior tempo gasto em virtude de passar duas vezes pela portaria antes do carregamento
PROPOSTO	- redução do tempo total de ciclo, em virtude da simplificação do processo, reduzindo de duas passagens para apenas uma	- necessidade de registrar os dados na portaria logo na chegada do motorista, e não após a vistoria e Pamcary

Com todas estas alterações no fluxo, pode-se elaborar o novo fluxograma, apresentado no APÊNDICE H.

6.4.4. Plano para implementação das mudanças propostas

Para a implementação desta proposta é necessário especificar todas as mudanças que ocorrerão nas atividades diárias em cada setor. Desta forma, são listadas a seguir as alterações para cada setor componente do processo, de modo que seus funcionários sejam previamente avisados e treinados para as novas mudanças.

Portaria

- Registro dos dados será feito junto com a impressão da Ordem de Coleta, reduzindo as passagens de duas para uma antes do carregamento;
- Não verificaria mais o carimbo da Pamcary, visto que ocorrerá depois;
- Instruir os motoristas para verificarem constantemente no painel eletrônico na entrada, indicando qual veículo deve estacionar em determinada vaga para aguardar para carregamento;
- Instruir motoristas para aguardar dentro do veículo ou na área de descanso dentro do CD, sendo proibido o tráfego destes nas docas;
- Informar aos conferentes os veículos que chegaram ao CD, através de uma planilha compartilhada.

Pamcary

- Alteração da sequência das etapas, deixando o registro de embarque para ser realizado após a liberação do motorista;
- Verificar carimbos da portaria e vistoria;
- Preencher tabela compartilhada informando veículos que já foram aprovados e podem continuar no processo;

Conferente

- Receber informações dos veículos que chegaram ao CD da portaria, comparar com o agendamento e alimentar o painel eletrônico, solicitando a entrada dos veículos corretos para aguardarem na vaga específica;

7. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE EXPEDIÇÃO PROPOSTO POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Após toda a análise estatística, identificando as distribuições características, parâmetros e outras informações pertinentes, foi realizada uma simulação computacional, cujo software escolhido, dentre diversas opções, foi o ProModel®, por estar disponível no laboratório da faculdade, facilitando sua utilização. O objetivo é comparar o sistema atual com o proposto.

Para a realização da simulação foi necessário listar todas as informações pertinentes sobre as etapas, tempos de espera, de trânsito, etc. As informações que já foram estabelecidas estão apresentadas na Tabela 7-1.

Tabela 7-1 - Parâmetros para simulação

etapa	descrição	Freq.	Distribuição	parâmetros	parâmetros (minutos)	
1	Entrada do Veículo na portaria	100%	lognormal	média; desvio	0,29	1,21
2	Vistoria	100%	normal	média; desvio	1,08	0,10
3	Registro de dados	100%	lognormal	média; desvio	1,28	3,35
4	Confirmação dos dados	100%	normal	média; desvio	0,84	0,28
5	Cadastro motorista	5%	duração fixa	duração	1,72	-
6	Cadastro veículo	5%	duração fixa	duração	0,61	-
7	Registro embarque	100%	normal	média; desvio	0,62	0,11
8	confirmação sinal de rastreamento	58%	normal	média; desvio	1,08	0,44
9	Vistoria Equipamentos do veículo	5%	duração fixa	duração	4,83	14,70
10	Entrada portaria	100%	normal	média; desvio	1,63	0,34
12	Procedimento CT	100%	normal	média; desvio	0,50	0,10
14a	Controle da Operação (tipo I)	70%	normal	média; desvio	0,61	0,16
14b	Controle da Operação (tipo II)	30%	normal	média; desvio	2,06	0,31
11	Pesagem	100%	lognormal	média; desvio	1,74	4,71
15	Carregamento	100%				
16	Controle da Operação	100%	normal	média; desvio	4,54	1,44
17	Pesagem final	100%	normal	média; desvio	1,54	0,61
18	Preencher ficha de recebimento de DT	100%	lognormal	média; desvio	2,63	6,89
19	Comparação de peso	100%	regressão linear	média; desvio	0,82	0,67
20	Emissão das notas fiscais	100%	regressão linear	média; desvio	4,89	4,82
21	Pagamento impostos / PIN	12 a				
21	SUFRAMA	16%	lognormal	média; desvio	0,73	9,47
22	Chamada do motorista e assinatura	100%	lognormal	média; desvio	2,54	24,51
23	Registro dos dados de saída	100%	lognormal	média; desvio	3,65	9,32
24	confirmação do sinal de rastreamento	58%	normal	média; desvio	1,27	0,45
25	Liberação Portaria	100%	lognormal	média; desvio	1,51	3,84

Os dados referentes ao carregamento no primeiro semestre de 2011 são apresentados na Tabela 7-2.

Tabela 7-2 - Dados do carregamento

Tipo	Qtde. Carregamentos	Duração média (min)	Desvio padrão (min)	Percentual
FECHADO	3642	75,5	53,1	77,0%
Não Paletizado	282	137,0	79,9	6,0%
Paletizado Misto	917	80,4	50,5	19,4%
Paletizado Unitário	2443	66,6	44,5	51,7%
FRACIONADO	1087	89,0	55,2	23,0%
Paletizado Misto	955	91,3	56,3	20,2%
Paletizado Unitário	132	72,8	43,6	2,8%

Os deslocamentos foram calculados no próprio ProModel®, através da definição das redes pelas quais os motoristas e veículos se deslocariam, e estão apresentados na Tabela 7-3.

Tabela 7-3 - Distâncias percorridas no processo atual e no proposto

Processo	Entidade	Origem	Destino	Dist. (m)	Processo	Entidade	Origem	Destino	Dist. (m)
Proposto	Motorista	Estac. Externo	Portaria	46	Atual	Motorista	Estac. Externo	Portaria	46
		Estac. Externo	Pamcary	47			Estac. Externo	Pamcary	47
		Estac. Interno	CT	94			Pamcary	Portaria	21
		Balança	Front Line	15			Portaria	CT	195
		Área de espera	Front Line	37			Balança	Front Line	15
		Front Line	Pamcary	44			Front Line	Pamcary	44
		Pamcary	Portaria	21			Pamcary	Portaria	21
		Portaria	Área de espera	65			Portaria	Área de espera	65
	Veículo	Estac. Externo	Balança	55		Veículo	CT	Estac. Externo	235
		Balança	Estac. Interno	230			Estac. Externo	Vistoria	254
		Estac. Interno	Doca	45			Estac. Externo	Balança	55
		Doca	Balança	240			Balança	Doca	240
		Balança	Área de espera	43			Balança	Área de espera	43

7.1. Premissas

Para a simulação no software ProModel®, é necessário mencionar e justificar todas as premissas consideradas:

1. A ordem de carregamento segue a ordem de chegada (FIFO).

O carregamento dos veículos ocorre conforme os mesmos chegam ao CD, isto é, seguem o FIFO (First In, First Out). Apesar de não ser desta forma que ocorre na realidade, visto que há agendamentos, é aceitável considerar esta regra por dois motivos: primeiro, a grande maioria dos veículos tendem a chegar com a mesma antecedência em relação aos respectivos horários programados para carregamentos. Desta forma, caso os veículos cheguem com a mesma antecedência, os carregamentos

tendem a seguir o FIFO. Em segundo lugar, não seria possível simular a operação atual proposta induzindo os horários de agendamento, pois seriam necessárias diversas estimativas que poderiam não condizer com a realidade, além do elevado grau de dificuldade em construir o modelo. Além disso, não haverá distinção entre as cinco vagas destinadas para o carregamento analisado;

2. As etapas que não ocorrem na totalidade dos ciclos não dependem do tipo de carga ou veículo.

Os percentuais de ocorrência das etapas que ocorrem em apenas uma parte dos casos serão os mesmos em cada etapa independente do tipo de carregamento (paletizado misto, paletizado unitário ou não paletizado). Esta premissa pode ser aceitável devido à falta de fatores concretos que indiquem que a realização destas etapas está condicionada ao tipo de carregamento;

3. A chegada dos veículos ao longo do dia é dividida em três turnos, seguindo a taxa de chegada média registrada em 2011.

A chegada dos motoristas acontece de forma aleatória ao longo do dia, porém seguindo o percentual médio de chegada em cada turno. As justificativas para a adoção desta premissa é que os carregamentos ocorrem ao longo de todo o dia (24h) e os motoristas chegam com antecedências próximas em relação a sua respectiva janela de carregamento. Desta forma, os percentuais de chegada em cada turno serão diferentes, calculados com base na média histórica, porém dentro de cada turno a chegada será aleatória. Além disso, em virtude dos diferentes processos que ocorrem no CD, haverá um percentual dos veículos que chegam que participam do fluxo analisado, seguindo o processo especificado, enquanto o restante participará do processo paralelo. Este percentual foi calculado conforme os dados históricos de 2011 também;

4. Os demais processos não analisados no CD percorrem um trajeto distinto, consumindo alguns recursos comuns do processo analisado, consumindo o mesmo tempo, visto que as atividades são semelhantes.

Todos os demais processos diferentes do analisado, como o carregamento *snacks* e a transferência de produtos para outra localidade da empresa, dentre outros, seguirão um fluxo paralelo semelhante ao analisado para refletir a utilização dos recursos pertencentes aos locais comuns do fluxo estudado, como Portaria, Pamcary, *Front Line*, Pesagem, Central de Transportes e Controle da Operação. Além disso, levando-

se em conta que as atividades nestes locais são semelhantes ao fluxo analisado, será considerado o mesmo tempo de atividade para aquelas que ocorrem nestes setores. Esta análise será feita para que possa ser analisada a ocupação de cada um deles, bem como as filas existentes. A única alteração do fluxo paralelo em relação ao estudado ocorre na designação das docas, que são distintas e não há o compartilhamento entre elas;

5. A capacidade de atendimento é de um procedimento por vez nos seguintes locais: Pamcary, Pesagem e Central de Transporte.

A justificativa é que nestes locais há apenas um funcionário designado para a realização de cada uma destas etapas.

6. A capacidade é de 2 atendimentos por vez na Portaria.

A razão desta premissa é que há dois porteiros que podem realizar os procedimentos necessários.

7. O atendimento no *Front Line* é dividido em dois subgrupos, com capacidades distintas.

O primeiro, responsável pelas pesagens, terá capacidade igual a 1 atendimento por vez, visto que há um funcionário responsável por esta etapa. Já para os procedimentos finais, como os referentes às notas fiscais, a capacidade será de 2 atendimentos por vez.

8. O Estacionamento Externo tem capacidade de 16 vagas, comportando no máximo este número de veículos simultaneamente.

Apesar de ser possível que mais veículos aguardem nas proximidades do CD, isto é, estacionados nas ruas próximas ao local, pode-se considerar que há 16 “vagas” principais, utilizadas pelos veículos que irão carregar e que os porteiros e seguranças têm controle e acesso;

9. As docas designadas para o carregamento analisado totalizam 5 docas, enquanto para os demais fluxos totalizam 8 docas.

Este valor é real, e é o que ocorre atualmente. Assume-se assim que estas docas estarão sempre disponíveis para os respectivos carregamentos e não haverá alteração deste valor com o passar do tempo ou para a nova proposta.

10. A Área Interna de Espera não tem capacidade definida, visto que não há vagas demarcadas, desta forma, a capacidade será ilimitada.

Esta premissa é válida visto que não há vagas demarcadas e os motoristas estacionam seus veículos onde houver espaço ao longo das ruas internas do CD. Considerando que a quantidade de veículos estacionados no mesmo momento não chega a nenhum valor muito elevado, é aceitável considerar a capacidade do local com ilimitada, visto que o motorista pode estacionar o veículo em diversos pontos ao longo das ruas internas.

11. O fluxo de documentos através da Central de Transportes e do Controle da Operação apresenta capacidade unitária, visto que é realizado apenas um procedimento por vez.

No entanto, os demais documentos que chegam ficam empilhados por ordem de chegada (FIFO) e passarão pelos procedimentos necessários conforme estiver disponível o local.

12. A capacidade da vistoria é de 5 vistorias por vez.

Esta premissa é válida, pois há um conferente para cada doca de carregamento analisado, desta forma é possível realizar cinco vistorias ao mesmo tempo.

13. Os carregamentos ocorrem ao longo dos três turnos, com equipes específicas de cada um deles, sem rodízio e com a quantidade de equipes proporcional ao percentual de carregamentos por turno.

14. O tempo de carregamento no fluxo paralelo é de 1 hora.

A justificativa desta premissa é que não há dados registrados que informem com precisão qual o valor médio e outras informações sobre este fluxo. Além disso, por não consumir um recurso comum ao processo analisado (docas distintas), este tempo de carregamento não tem influência no fluxo estudado, sendo relevante apenas as passagens pelos outros locais com recursos comuns. Esta condição, que de fato ocorre, será considerada no modelo proposto com as informações necessárias definidas. Desta forma, adotou-se como tempo de carregamento o valor de 1 hora, que é um valor plausível na realidade do CD.

15. O tempo de simulação utilizado é 1 semana.

O primeiro motivo de simular por uma semana é que apresenta um horizonte de tempo maior do que um dia ou um pouco mais, de modo que as distorções sejam menores. Ademais, com base nos registros históricos, a taxa média diária de chegada de veículos tende a ser a mesma dentro da mesma semana, havendo variações de semana a semana, conforme o a semana do mês em que se encontra. Desta forma, uma semana

é um horizonte com boa homogeneidade de chegadas de veículos por dia, e que diminui as distorções de uma simulação diária.

16. O pagamento de impostos ocorre ao longo dos três turnos.

Apesar de na realidade não ocorrer pagamentos de impostos entre às 22h30min e às 06h00min, será assumido no modelo que ocorrerá ao longo de todo o dia por três motivos: primeiro, pela dificuldade de se implementar este controle no modelo, sobretudo devido à versão do software de simulação utilizado neste estudo, que restringe algumas quantidades de locais, entidades, etc.; segundo, devido a baixa ocorrência, as consequências nos resultados da simulação tendem a ser mínimos; terceiro, o modelo ficaria muito complexo para que pudesse comparar a hora do dia, e caso não estivesse no horário de pagamentos de impostos o motorista aguardasse até o horário de início de operação sem consumir o recurso até este horário, provocando filas, o que não deveria ocorrer.

17. As capacidades atuais dos locais serão mantidas no modelo proposto.

18. A vistoria do veículo no processo proposto será realizada no estacionamento externo.

A vistoria no novo processo será realizada no próprio estacionamento interno, devendo o motorista conduzir o conferente ao veículo para a realização da vistoria. Esta premissa é condizente com a realidade, visto que é mais fácil deslocar o motorista ao veículo, que estará estacionado no estacionamento externo, do que o motorista ter que levar o veículo a uma região específica para vistoria, que ocasionaria um tempo gasto maior, além do aumento do tráfego na região;

7.2. Verificação e validação do modelo computacional

7.2.1. Verificação

Para a verificação, a primeira técnica utilizada foi a **Animação Visual**, que o próprio software fornece, possibilitando a visualização do processo simulado. Através desta alguns erros de lógica foram identificados e corrigidos até que o processo ocorresse na simulação como de fato ocorreria na realidade.

Para identificar demais erros não percebidos pela Animação Visual, foi utilizado o **Depurador**. Com esta ferramenta o modelo foi rodado “passo a passo”, e alguns erros menores puderam ser identificados e corrigidos. Após a adoção destas duas técnicas, pode-se admitir que o comportamento dinâmico do modelo esteja verificado, necessitando agora que seja validado. Para a validação serão comparados os tempos de processo obtidos com o modelo com os tempos de processo reais. Esta avaliação será feita a seguir.

7.2.2. Tempo de Aquecimento

Um dos primeiros passos na simulação consiste em definir o tempo de aquecimento para o modelo, isto é, o tempo que o mesmo necessita para entrar em regime, sendo que os tempos registrados neste aquecimento são desprezados das análises estatísticas. Observando o padrão de ocupação das docas destinadas para o carregamento analisado, os tempos de aquecimento crescentes foram testados num intervalo inicial de até 10 horas, partindo com o CD vazio e prolongando a simulação por um período de três dias. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 7-4.

Observa-se que o processo no sistema considerado praticamente entra em regime, utilizando a ocupação das docas como parâmetro de decisão, no decorrer do primeiro turno de atendimento.

Em virtude desta baixa variação do percentual de ocupação em uma simulação de uma semana, foi realizado o mesmo procedimento com intervalo de simulação de 3 dias e variação do tempo de aquecimento de 2 horas. Tais dados estão disponíveis na Tabela 7-4. Mesmo assim, a variação continua a ser baixa, além do percentual de docas vazias ser menor no início do modelo.

Tabela 7-4 - Taxa de ocupação das docas no modelo (3 dias)

Tempo de aquecimento	vazia	parcialmente ocupada	cheia
0 h	30,09%	67,81%	2,09%
2 h	27,59%	69,84%	2,57%
4 h	28,91%	69,97%	1,13%
6 h	30,97%	67,73%	1,30%
8 h	30,41%	68,25%	1,34%
10 h	29,59%	69,03%	1,38%

No entanto, será considerado um tempo de aquecimento de a 1 dia, e a simulação ocorrerá por 7 dias. Este valor foi tomado para garantir que os dados do início do ciclo não interfiram nos resultados finais em virtude das ocupações nulas no início e para manter a influência de cada turno no ciclo total da mesma forma como de fato ocorre, não iniciando a tomada dos dados ao longo de um dia, e sim no seu início.

7.2.3. Validação

Finalmente, o modelo deve ser validado para garantir que representa o sistema real. Para esta verificação, o mesmo foi rodado com três diferentes valores de chegadas, equivalente a 60, 75 e 90 veículos/dia para que representasse as chegadas médias no início, meio e final de mês, respectivamente. Com os dados referentes a estas três simulações, o tempo médio total por tipo de carga ou veículo pode ser calculado através de uma média ponderada e comparado com os valores reais.

No entanto, antes da comparação, é necessário ressaltar que o modelo não considera o fato que o motorista pode chegar ao CD antes do horário programado, e por esta razão sujeitar-se a espera inicial. O modelo não calcula isto em virtude da adoção da técnica FIFO, ao invés dos horários programados de carregamento que ocorre no sistema real. Por esta razão, estas esperas, já calculadas através das Tabela 6-2 e Tabela 6-3, serão somadas com os valores obtidos pela simulação.

A comparação entre os valores simulados e reais, conforme o tipo de carga e veículo, está apresentada na Tabela 7-5.

Tabela 7-5 - Comparação tempo total médio simulado x real

Tipo	Tempo total simulado no modelo proposto	espera justificada	Tempo total real	Relação
Fechado	328,5	88,0	403,42	-3,3%
Fracionado	366,6	143,9	493,01	-3,6%
Paletizado Misto	344,1	104,0	450,57	0,6%
Paletizado Unitário	323,7	100,7	368,99	-15,0%
Não Paletizado	383,0	121,3	468,00	-7,8%
TOTAL	359,9	103,1	414,82	-11,6%

A análise da mesma permite concluir que o modelo representa com boa precisão o sistema real na grande maioria dos casos, apenas para o carregamento paletizado misto que o modelo apresenta um percentual elevado maior do que o real. No entanto, em virtude da análise de todos os cenários analisados, pode-se concluir que o modelo é válido e representa bem o sistema real.

Outra forma de validar o modelo consiste em avaliar se a quantidade de eventos que ocorre no modelo simulado apresenta influência no tempo total médio, que é o que deveria ocorrer. Esta análise está evidenciada na Tabela 7-6. Como é de se esperar, quanto maior a quantidade de eventos, maior o tempo total médio. Assim, como o modelo retrata bem esta diferença para os dois diferentes valores de chegada diária de veículos ao CD, ele é válido.

Tabela 7-6 - Influência dos eventos no tempo total por replicação (continua)

Atual (60 veic/dia)	Quantidade de eventos				
Atual	Pamcary	Front Line	Portaria	total	tempo médio
Replicação 1	174	62	55	291	325,4
Replicação 2	164	63	49	276	167,5
Replicação 3	147	72	52	271	219,9
Todas	161,67	65,67	52	279,34	239,4
Atual (90 veic/dia)	Quantidade de eventos				
Atual	Pamcary	Front Line	Portaria	total	tempo médio
Replicação 1	237	104	64	405	353,62
Replicação 2	244	93	70	407	372,79
Replicação 3	268	119	71	458	587,37
Todas	249,67	105,33	68,33	423,33	437,49

7.3. Simulação do processo de expedição proposto e resultados

Com o modelo validado, podemos comparar o comportamento do modelo atual com o modelo proposto conforme se altera a quantidade diária de veículos que chega ao CD. Para a obtenção dos tempos totais médios para cada situação analisada, foram consideradas ao menos 5 replicações, de forma reduzir o efeito da variabilidade de algumas etapas que influenciam no tempo total.

Esta análise está apresentada na Tabela 7-7. Através dela é possível perceber que o proposto apresenta uma redução do tempo total variando de 4 a 8%, aproximadamente. Com estes dados é possível criar a Figura 7-1, que relaciona a chegada diária de veículos com o tempo

total médio para o modelo atual e proposto, além de apresentar uma equação que relaciona tais dados para cada cenário.

Tabela 7-7 - Comparação dos tempos totais por meio da simulação

Situação	Modelo		
	Tempo total atual	Tempo total proposto	% Redução
40 veículos / dia	166,8	153,9	7,8%
50 veículos / dia	188,8	179,0	5,2%
60 veículos / dia	232,9	213,9	8,2%
70 veículos / dia	289,0	277,8	3,9%

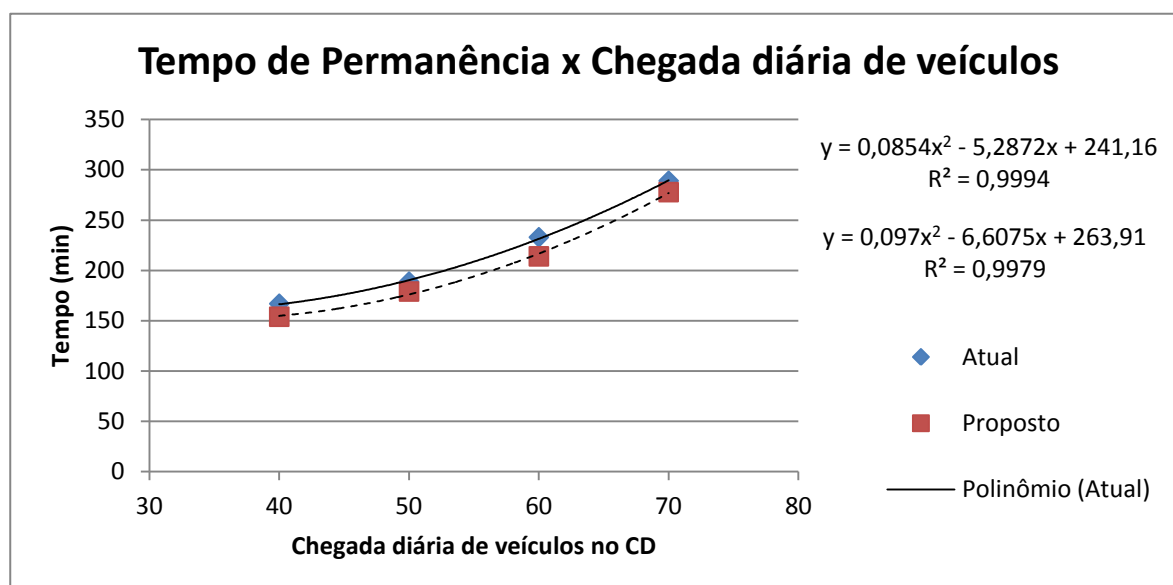


Figura 7-1 - Gráfico do tempo total de permanência em função da chegada diária de veículos

Outra comparação importante diz respeito ao deslocamento total tanto do motorista, quanto do veículo. Tais valores tanto para a situação atual quanto para a proposta estão apresentados na Tabela 7-8 e apresenta o percentual de redução atingido, que eleva o nível de serviço e reduz o deslocamento e tráfego dentro e fora do CD. Desta forma, pode-se perceber que o nível de serviço melhorará sensivelmente visto que o deslocamento do motorista será bem menor, com redução de cerca de 40%. Além disso, a redução na mesma proporção do deslocamento do veículo reduzirá o fluxo destes no CD, aumentando a fluidez e a velocidade desenvolvida por estes, reduzindo o tempo total.

Tabela 7-8 - Comparação dos deslocamentos no modelo atual e no proposto

Entidade	Deslocamento Total (m)		
	Processo atual	Processo proposto	% Redução
Motorista	826	507	38,6%
Veículo	1086	613	43,6%

8. CONCLUSÃO

8.1. Considerações iniciais

Este último capítulo apresenta as conclusões finais do projeto, tanto em relação às análises estatísticas do processo como da simulação dos modelos construídos para os processos atual e proposto. Serão mencionadas também as dificuldades encontradas, bem como as contribuições obtidas com as aplicações das ferramentas propostas.

8.2. Principais Resultados Obtidos

Como ponto de partida do fluxo analisado, um dos grandes resultados obtidos do projeto foi o mapeamento de todo o processo, com grande detalhamento, além da construção do fluxograma. Através da utilização deste recurso foi possível tornar visível para todos os envolvidos o seqenciamento do processo, eliminando diversas dúvidas e construindo um conhecimento padronizado mínimo sobre o processo.

Um segundo resultado importante conquistado foi a padronização de nomenclatura dos tipos de cargas e transportes. Antes do projeto existia uma gama imensa de nomenclaturas distintas, onde cada departamento tratava o mesmo assunto com um nome diferente. Após o mapeamento e descrição do processo, foi possível padronizar os tipos de carga e transporte para todos os departamentos.

O contato com todos os envolvidos no processo para a tomada dos tempos foi importante para mostrar para eles não só que o serviço deveria ser aprimorado, através da redução do *lead time* total, mas também ressaltar a importância de cada um deles neste objetivo, de modo que os incentivasse a melhorar sempre e contribuir em suas atividades e na geração de ideias de melhoria.

A análise estatística permitiu não só a definição dos tempos de processo e dos parâmetros necessários para a simulação, como também forneceu diversas conclusões importantes e que não eram esperadas pela alta direção, tais como:

- O elevadíssimo percentual de ociosidade e esperas no tempo total de permanência do veículo no CD;
- Os tempos médios de permanência analisados conforme o tipo de carga e transporte;
- Os instantes da separação das cargas, bem como a duração, em que mais da metade são separadas após o horário devido, e não são separadas no turno anterior, como era o esperado;
- Os problemas que mais ocorrem em cada setor e o percentual de ocorrência destes, dentre outros.

Através da análise destes dados, construção dos gráficos de atividade e avaliações das mudanças, puderam ser propostas mudanças relativamente simples, que não envolvem grandes reestruturações no layout ou grandes investimentos, mas que facilitariam o fluxo de veículos no CD e reduziriam seu tempo total de permanência.

Estas propostas de mudanças foram consideradas e validadas juntamente com os gestores e então simuladas no modelo construído com o ProModel®, para verificar se surtiriam o efeito desejado. O modelo de simulação serviu para analisar as melhorias em diversos cenários com taxas de chegada de veículo diferentes (média e pico), capacidades distintas, dentre outros.

A utilização da simulação foi de grande importância por possibilitar a verificação da variação de alguns parâmetros e seus resultados. Sem a utilização deste software seria inviável e impossível mensurar as melhorias conforme a variação de alguns dados de entrada, e as conclusões sobre sua eficácia teriam um embasamento menos firme.

8.3. Dificuldades Encontradas

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos, de uma forma geral, o desenvolvimento deste estudo apresentou algumas dificuldades, que devem ser destacadas e justificadas:

- A tomada de dados demandou bastante tempo e mesmo assim a quantidade de dados obtidos foi baixa. Desta forma, a solução foi aumentar o tempo necessário de coleta de dados, diminuir a precisão e nível de confiança utilizados para análises estatísticas e tomar alguns valores como aceitáveis, se estivessem próximos do correto, como nos testes de aderência, visto que o efeito seria irrelevante na análise do tempo total de processo;

- O fluxo no sistema real apresenta diversos fatores inerentes ao processo mas difíceis de serem estimados e considerados no modelo, tais como algumas esperas, o agendamento dos carregamentos (Projeto das Janelas de Atendimento), dentre outros. A solução foi assumir algumas premissas na construção do modelo, de forma que simulasse da melhor forma a realidade;
- A versão do software ProModel® utilizado neste estudo apresenta algumas limitações de quantidade de locais, entidades e tamanho de matriz, dentre outras, que dificultaram a criação do modelo.

8.4. Sugestões para trabalhos futuros

No que concerne à realização dos próximos trabalhos de formatura, são úteis duas sugestões que foram utilizadas na elaboração desta dissertação. A primeira é a realização do estudo na própria empresa de estágio, visto que ela poderá apoiar para a realização do projeto, frente a seus potenciais benefícios. Além disso, será possível alocar parte do tempo de estágio na empresa para a elaboração do trabalho.

A segunda sugestão é iniciar o desenvolvimento do trabalho o quanto antes, pois desta forma o planejamento será mais bem distribuído e programado ao longo dos meses disponíveis e não provocará a alocação de um tempo excessivo às vésperas de entregas de documentos necessários.

No que diz respeito à continuação deste presente estudo para a empresa em questão, há uma ampla variedade de análises que podem ser realizadas, sobretudo através da simulação.

Em estudos futuros, algumas simplificações adotadas no modelo poderão ser eliminadas fazendo com que o modelo reflita com maior precisão o sistema real. Além disso, podem ser incrementadas análises de custos ao longo de todo o processo, de modo que os resultados indiquem também resultados financeiros que podem ser obtidos.

Eventuais alterações de capacidades no CD poderão ser facilmente alteradas no modelo e simuladas conforme a empresa decida ampliar ou não as operações no local estudado.

É de grande importância que estudos frequentes de controle do tempo de permanência total do veículo sejam realizados para analisar a evolução destes tempos e possibilitar que medidas sejam tomadas para reduzi-los.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempo: Projeto e Medida do Trabalho**. São Paulo, Edgard Blücher, 1977.
- CHWIF, L.; MEDINA, A. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos, Teoria & Aplicações**, 2ª Edição, Bravarte, 2006.
- DEVORE, J. - **Probabilidade Estatística para Engenharia e Ciências**, 1ª Edição, São Paulo, Cengage Learning, 2011.
- FREITAS, P.J.F. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas**, Visual Books Ltda, 2001.
- FREUND, J. **Economia, Administração e Contabilidade, Estatística Aplicada**, 11ª Edição, Porto Alegre, Bookman, 2006
- HARREL, C.; GHOSH, B.; BOWDEN, R. **Simulation using ProModel**, 2nd Ed, Mc Graw Hill, 2003.
- LAW, A., **Simulation Modeling & Analysis**, 4th Edition, Mc Graw Hill, 2007.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**, 2ª Edição, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2003.
- MONTGOMERY, D.; RUNGER, G.; RUBELE, N. **Estatística Aplicada a Engenharia**, Editora LTC, 2004.
- PROMODEL®USER'S GUIDE. ProModel®Corporation, 2002. ProModel®
- SAAD, S. M. **The reconfiguration issues in manufacturing systems**. Journal of Materials Processing Technology, 138, pp.277-283, 2003.
- SLACK, N. et al. **Projeto e Organização do Trabalho**. In: **Administração da Produção**. 2ª Edição, São Paulo, Atlas, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Folhas de medição

As unidades de tempo utilizadas para cada medição estarão apresentadas no canto superior esquerdo das folhas de medições

Folha de Medição 1 - Portaria - Registro dados / carimbo de vistoria

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	14	não	15	não	17	impressão necessária		
	6	não			15	impressão necessária		
	7	não			8	não		
	12	não			18	impressão necessária		
	12	não			10	não		
11 a 20	15	não			26	impressão necessária		
	16	não			28	impressão necessária		
	15	não			13	não		
	33	soltar grampos			31	impressão necessária		
	21	impressão necessária			19	não		
21 a 30(31)	22	impressão necessária			35	impressão necessária		
	34	impressão necessária			7	não		
	10	não			12	não		
	12	não			32	impressão necessária		
	8	não			9	não		

Folha de Medição 2 - Doca - Vistoria

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10								
11 a 20	70							
21 a 30(31)	63							
	68							
	57							

Folha de Medição 3 - Pamcary - Registro de dados

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	150	não			70	não	73	não
	52	não			85	não		
	55	não			69	não		
	68	não			102	não		
	112	não			82	não		
11 a 20	80	não			54	não	177	não
	49	não			77	não	172	não
	42	não			98	não	53	não
	41	não			134	novo cadastro		
	91	não			78	não		
21 a 30(31)	84	não			114	não	85	não
	87	não			52	não	69	não
	64	não			43	não	49	não
	98	não			49	não		
	81	não			86	não		

Folha de Medição 4 - Pamcary - Confirmação de dados

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	49	não	56	não	55	não	32	não
	20	não			41	não		
	38	não			31	não		
	29	não			33	não		
	82	demora site			43	não		
11 a 20	31	não	83	não	153	erro digitação CPF	45	não
	53	não			36	não	94	não
	59	não			106	erro digitação CPF	33	não
	60	não			35	não	27	não
	70	não			40	não		
21 a 30(31)	75	não	56	não	63	não	42	não
	58	não	73	não	39	não	38	não
	64	não	61	não	47	não	39	não
	53	não			57	não	43	não
	66	não			55	não	73	não

Folha de Medição 5 - Pamcary - Cadastro de Motorista

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	103							
11 a 20								
21 a 30(31)								

Folha de Medição 6 - Pamcary - Cadastro de veículo

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	49	não						
	36	não						
11 a 20					24	não		
21 a 30(31)								

Folha de Medição 7 - Pamcary - Registro de Embarque

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	30	não			41	não		
	38	não			28	não		
	34	não			27	não		
	31	não			35	não		
	51	não			46	não		
11 a 20	40	não			32	não		
	43	não			36	não		
	33	não			41	não		
	40	não			33	não		
	28	não			30	não		
21 a 30(31)	31	não			49	não		
	35	não			34	não		
	37	não			41	não		
	51	não			33	não		
	39	não			40	não		

Folha de Medição 8 - Pamcary - Confirmação do sinal de rastreamento

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	90	não			63	não		
	209	não			31	não		
	27	não			71	demora central		
	60	não			307	demora resposta		
	63	não			29	não		
11 a 20	1266	sem sinal			60	não	297	demora resposta
	105	demora resposta			61	não		
	29	não			59	não		
	43	não			9180	sem sinal		
	54	não			111	não		
21 a 30(31)	94	não			46	não	69	não
	51	não			51	não		
	107	não			92	não		
	100	não			102	não		
	27	não			43	não		

Folha de Medição 9 - Pamcary - Vistoria de Equipamentos do veículo

[illegible]

Folha de Medição 10 - Portaria - Registro de dados / Carimbo

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	116	não	103	não	122	não		
	79	não			111	não		
	77	não			116	não		
	113	não			94	não		
	86	não			107	não		
11 a 20	113	não			119	não		
	103	não			140	não		
	78	não			152	não		
	93	não			79	não		
	98	não			87	não		
21 a 30(31)	62	não	78		92	não		
	89	não	81		102	não		
	97	não			64	não		
	95	não			118	não		
	68	não			88	não		

Folha de Medição 11 - Front Line - Pesagem Inicial

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	96	não			71	não		
	52	não			88	não		
	93	não			63	não		
	135	não			93	não		
	88	não			72	não		
11 a 20	71	não	78	não	155	não	148	não
	165	demora do motorista			85	não	137	não
	132	demora do motorista			73	não	132	não
	113	não			89	não		
	103	não			71	não		
21 a 30(31)						demora do motorista		
	53	não			177			
	106	não			109	não		
	78	não			193	não		
	147	não			83	não		
	69	não			131	não		

Folha de Medição 12 - Central de Transporte - Confirmação de dados / transporte até Controle da Operação

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	39	não			20	não		
	35	não			37	não		
	20	não			26	não		
	22	não			34	não		
	29	não			25	não		
11 a 20	31	não			29	não		
	38	não			37	não		
	33	não			24	não		
	29	não			28	não		
	27	não			41	não		
21 a 30(31)	22	não			24	não		
	31	não			32	não		
	29	não			27	não		
	36	não			34	não		
	28	não			28	não		

Folha de Medição 13 - FRC - Realização do Picking Fracionado

minuto	1º turno								2º turno							
Período mês	tempos	prob?	qtde. pallets	qtde. itens	tempos	prob?	qtde. pallets	qtde. itens	tempos	prob?	qtde. pallets	qtde. itens	tempos	prob?	qtde. pallets	qtde. itens
1 a 10	130		5	29	90		5	20	70		6	18	75		3	7
	86		5	23	30		3	5	10		1	1	55		3	14
	165		12	43	150		10	40	10		1	2				
	35		3	10	25		2	19	10		1	2				
	15		1	1					70		11	28				
11 a 20	85		8	23	105		9	37	15		4	14	220		11	12
	65		6	9	15		1	4	20		2	3	50		4	24
	15		1	3					110		7	27				
	25		2	22					10		1	1				
	10		1	6					70		5	12				
21 a 30(31)	60		4	28	25		2	8	30		5	8	15		1	4
	10		1	2	30		1	3	5		1	1	5		1	1
	35		3	6	35		3	5	60		4	21	60		2	12
	60		2	7	10		2	2	50		3	7	70		4	22
	30		3	4	40		4	8	25		3	15	50		4	13

Folha de Medição 16 - Controle da Operação - Registro do Controle da Operação

segundo	1º turno						2º turno					
Período mês	Tem- pos	prob?	qtde. deli.	Tem- pos	prob?	qtde. deli.	Tem- pos	prob?	qtde. deli.	Tem- pos	prob?	qtde. deli.
1 a 10	345	não	2									
	315	não	1									
11 a 20	351	não	1				192	não	1			
	369	não	1				323	não	1			
	322	não	1				260	não	1			
	428	não	2				282	não	1			
	258	não	1				234	não	1			
21 a 30(31)	136	não	3	411	não	1	193	não	1			
	108	não	1				167	não	1			
	128	não	1				207	não	1			
	287	não	1				346	não	3			
	135	não	1				258	não	2			

Folha de Medição 17 - Front Line - Pesagem Final

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	48	não	42	não	50	não		
	32	não			72	não		
	107	demora motorista			102	não		
	49	não			91	não		
	62	não			98	não		
11 a 20	103	demora motorista			160	não		
		problema na balança, teve que sair e voltar						
	230				61	não		
	144	demora motorista			54	não		
	100	não			175	não		
21 a 30(31)	80	não			105	não		
	79	não			116	não		
	72	não			127	não		
	107	não			106	não		
	126	não			155	não		
	69	não			73	não		

Folha de Medição 18 - Front Line - Preenchimento da Ficha de Recebimento de DT

segundo	1º turno						2º turno					
Período mês	Tem- pos	prob ?	qtde . DT	Tem- pos	prob ?	qtde . DT	Tem- pos	prob?	qtde . DT	Tem- pos	prob ?	qtde . DT
1 a 10	262	não	2				114	não	1	230	não	7
	525	não	8				144	não	1			
	118	não	1				126	não	1			
	215	não	1				104	não	1			
	112	não	2				109	não	1			
11 a 20	270	não	3				186	não	1	203	não	1
	128	não	5				206	não	3	183	não	2
	205	não	1				92	não	1	141	não	1
	111	não	1				126	não	1			
	153	não	1				75	não	1			
21 a 30(31)	133	não	1				118	não	1	198	não	1
	190	não	1				110	não	1	100	não	2
	132	não	1				131	não	1			
	134	não	1				193	não	1			
	267	não	4				197	não	3			

Folha de Medição 19 - Front Line - Comparação de Peso

segundo	1º turno						2º turno					
Período mês	Tem- pos	prob ?	qtde . del.	Tem- pos	prob ?	qtde . del.	Tem- pos	prob ?	qtde. del.	Tem- pos	prob ?	qtde . del.
1 a 10	237	não	55	44	não	5	10	não	1		não	14
	117	não	23				22	não	2			
	67	não	7				35	não	1			
	96	não	7				+ de 17 minutos	*	1			
	27	não	4				34	não	5			
11 a 20	68	não	18				36	não	1	51	não	5
	64	não	3				42	não	2	29	não	1
	30	não	3				31	não	1	42	não	1
	22	não	3				34	não	2	59	não	1
	27	não	1				27	não	1			
21 a 30(31)	40	não	2				38	não	6	61	não	7
	32	não	3				19	não	1	62	não	9
	42	não	2				25	não	2			
	31	não	2				30	não	1			
	193	não	56				18	não	2			

- Diferença maior que a permitida

Folha de Medição 20 - Front Line - Emissão das notas fiscais

segundo	1º turno						2º turno					
Período mês	Tem-pos	prob?	qtde. del.	Tem-pos	prob?	qtde. del.	Tem-pos	prob?	qtde. del.	Tem-pos	prob?	qtde. del.
1 a 10	1497	não	55				123	não	2			
	861	não	24				129	não	2			
	279	não	7				116	não	6			
	258	não	7				815	*	15			
	133	não	5				217	não	6			
11 a 20	1110	**	19				140	não	3			
	191	não	4				95	não	2			
	176	não	2				106	não	3			
	171	não	4				198	não	8			
	113	não	3				459	não	18			
21 a 30(31)	231	não	2				100	não	7			
	727	não	31				73	não	2			
	138	não	2				200	não	2			
	146	não	3				239	não	8			
	122	não	2				116	não	8			

* SAP devagar e pedido sem saída de mercadoria

**são devagar, telefone tocando

Folha de Medição 21 - Front Line - Pagamento de Imposto / PIN SUFRAMA

minuto	1º turno			2º turno		
Período mês	tempos	prob?	qtde. del.	tempos	prob?	qtde. del.
1 a 10		não houve imposto			não houve imposto	
	11,9			19,5		5
	75	não	20			
	11	não	1			
	5	não	1			
11 a 20	6	não	1			
	124	*	14	6,8666	não houve imposto	2
	132	*	5	6	não	8
				49	não	3
				10	não	1
21 a 30(31)	119	não	1	28	não	1
	68	não	1	12	não	1
				20	não	1

* problemas com impressora, necessário gerar pdf nota por nota e enviar por email

Folha de Medição 22 - Front Line - Chamada do motorista e assinatura

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	39	não			20	não		
	260	não			80	não		
	80	não			126	não		
	122	não			187	não		
	36	não			320	não		
11 a 20	89	não			41	não	904	demora motorista
	897	demora motorista			32	não	966	demora motorista
	97	não			34	não		
	53	não			76	não		
	182	não			116	não		
21 a 30(31)	55	não			156	não	46	não
	27	não			48	não	61	não
	49	não			30	não	107	não
	231	não			58	não		
	154	não			331	não		

Folha de Medição 23 - Pamcary - Registro dos dados de saída

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	139	não			200	não		
	186	soma notas fiscais			201	não		
	125	não			162	não		
	161	não			254	não		
	122	não						
11 a 20	170	não	402	soma notas fiscais	329	soma notas fiscais	198	não
	189	não			268	não	172	não
	186	não			148	não		
	185	não			356	não		
	285	soma notas fiscais			391	soma notas fiscais		
21 a 30(31)	239	não			302	soma notas fiscais		
	128	não			170	não		
	211	não			308	não		
	257	não			160	não		
	178	não			265	não		

Folha de Medição 24 - Pamcary – Confirmação do sinal final de rastreamento

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	110	não			86	**		
	95	não			42	não		
	54	não			35	não		
	146	sem sinal			46	não		
	104	não			68	não		
11 a 20	64	não			98	*		
	93	não			73	não		
	76	não			58	não		
	63	não			58	não		
	81	não			248	*		
21 a 30(31)	330	problema na central			129	não		
	173	não			44	não		
	38	não			86	não		
	93	não			71	não		
	77	não			69	não		

*demora resposta

** demora atendimento pela central

Folha de Medição 25 - Portaria - Liberação da Saída

segundo	1º turno				2º turno			
Período mês	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?	tempos	prob?
1 a 10	141	não			151	não	155	não
	102	não			76	não		
	221	não			108	não		
	79	não			64	não		
	109	não			62	não		
11 a 20	145	não	377	sem entrada	86	não	77	não
	62	não	78	não	100	não	53	não
	56	não	79	não	51	não		
	124	não	132	não	81	não		
	83	não	87	não	352	60 notas para somar		
21 a 30(31)	58	não			58	não		
	250	102 notas para somar			72	não		
	65	não			78	não		
	101	não			126	não		
	103	não			68	não		

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS

Questões

Perguntas Gerais:

1. Quais são os problemas mais freqüentes que vocês enfrentam?
2. Em relação ao problema X, geralmente é solucionado sem maiores complicações?
3. Qual (is) o(s) principal(is) motivo(s) do problema X?
4. Qual sua opinião sobre esta etapa do processo?
5. Tem alguma sugestão de melhoria?

Específicas:

Pamcary:

1. Em relação à vistoria do equipamento de segurança, qual a freqüência de problemas?
2. Como são solucionados?
3. A maioria das cargas apresenta valor maior que R\$ 80.000,00?
4. O que você acha da alternativa de vistoria agendada?
5. O que você acha da alternativa das vistorias serem realizadas, em sua maioria, no começo do mês?

Portaria:

Front Line:

1. Qual a freqüência da diferença de peso ser maior que a permitida?
2. Tem alguma etapa que você acha que possa ser alterada / antecipada?
3. Qual a freqüência de veículos que necessita do pagamento do ICMS ou vai para a ZF?
4. Qual a sua opinião sobre a instalação de uma segunda balança? Qual o impacto no processo?

Picking Fracionado:

1. Geralmente o tempo disponível para o *Picking* é suficiente?

Central de Transporte:

1. A maior parte da roteirização é de clientes normais ou agendados?
2. As transportadoras, em geral, têm respeitado as janelas?

- 3 Como são definidos os tempos de janela?
- 4 Qual a frequência de recusa de carregamento por parte das transportadoras?
- 5 Há problemas no agendamento dos clientes agendados? Quais?

Controle da Operação:

- 1 Qual a frequência de divergência entre o separado e o pedido, tanto para falta quanto para sobra?
- 2 Com que frequência as faltas de pedido são solucionadas (há em estoque no momento do carregamento)?
- 3 Como é o processo de transmissão do documento para o *Front Line*?

Motorista:

- 1 Quais etapas apresentam maiores problemas?
- 2 Quais etapas apresentam maiores atrasos?
- 3 Considera que alguma etapa possa ser excluída ou acrescentada?
- 4 Mudaria a sequência das etapas? Quais?
- 5 O que você acha das janelas?
- 6 Qual sua opinião sobre a vistoria da Pamcary ser agendada? E ser acrescida ao tempo de janela?
- 7 Qual a sua opinião sobre a vistoria do veículo ser realizada externamente?
- 8 Qual a sua opinião sobre a vistoria do veículo ser realizada na janela?
- 9 Qual sua opinião sobre o processo como um todo? Tem alguma sugestão de melhoria?

Conferente das Docas:

- 1 A maior parte dos problemas do *Picking* é por falta ou sobra?
- 2 Qual a frequência da inconsistência na separação do *Picking*?
- 3 Há relação direta entre os erros e o tipo de carga?
- 4 Nas vistorias, qual o problema mais comum?
- 5 Qual a frequência de problemas nas vistorias dos veículos?
- 6 Qual a sua opinião sobre a vistoria ser realizada em área externa?
- 7 Qual a sua opinião sobre a vistoria ser realizada no momento da janela?

Resumo das Respostas

PAMCARY

Os problemas mais comuns da Pamcary são: sinal de rastreamento, cadastros de motoristas e veículos com problema de equipamento. Os problemas com o sinal de rastreamento são os mais frequentes, sendo solucionados mediante contato com a transportadora, para que envie o sinal para a empresa responsável pelo rastreio, e o frequente contato da Pamcary com a Krona para confirmar ou não o recebimento do sinal. O principal motivo da falta de sinal é o não envio do mesmo pela transportadora. Para os problemas de cadastro de motorista, é solucionado rapidamente, através da realização do mesmo no caso de novos motoristas, ou da renovação dos motoristas antigos que não frequentavam a um determinado tempo o CD. Para os problemas com os equipamentos do veículo o procedimento é similar ao do sinal, isto é, através do contato frequente da Pamcary com a transportadora para que solucione o problema e seja refeito o teste. Na opinião dos funcionários a etapa é importante para garantir a segurança da carga, veículo e motorista, porém acaba tendo diversos problemas, pois as transportadoras frequentemente não enviam os sinais corretamente. Como melhoria eles acreditam que uma conscientização maior por parte das transportadoras sobre a importância de enviar os veículos com os sinais e equipamentos de acordo reduziria o tempo de processo. Foi constatado que a grande maioria das cargas apresenta valor maior que R\$80.000,00 e consequentemente devem ser rastreadas. Acreditam ser boa a idéia das vistorias serem agendadas, mas difícil de ser implementada em virtude de geralmente o veículo chegar próximo do horário programado. Eles têm a mesma opinião sobre vistorias no início do mês, apesar de boa, a idéia deve ser difícil de implementar pois depende do veículo que chega ao CD e do tempo entre a última vistoria e a data atual.

FRONT LINE

Os problemas mais comuns no *Front Line* dizem respeito a placas diferentes da Ordem de Carregamento e Notas Fiscais, erros de destino e recolhimento de impostos. Para o problema das placas diferentes, há a correção do documento cuja placa está errada e alteração no sistema, sem grandes problemas. Os principais motivos são digitação errada e alteração do veículo enviado pela transportadora. Os erros de destino são corrigidos sem maiores complicações, através da correção do erro. Já para o recolhimento de impostos o problema está no fato de não ocorrer por certo período do dia (durante a madrugada), ocasionando

grandes esperas quando é necessário e a seção responsável da empresa está fechada. Os erros de divergência de peso não são frequentes, em virtude das diversas conferências durante o processo, e quando ocorre são solucionadas sem grandes esperas. O recolhimento de impostos ocorre com baixa frequência. Por fim, os funcionários acreditam não ser necessária uma segunda balança, pensando que uma é suficiente pois, segundo eles, ocorre fila apenas nas trocas de turno. Não mencionaram nenhuma sugestão de melhoria ou opinião relevante sobre a etapa.

PICKING FRACIONADO

Na seção do *Picking* Fracionado o problema mais frequente é o de falta de mercadoria imediata para coleta, a solução é imediata, onde é solicitado um pallet do produto, que é registrado no sistema e pode ser dada continuidade ao processo. Os erros de separação de quantidade errada são bem raros, visto que há conferências durante a separação. Segundos os funcionários, na maioria das vezes a separação é feita antecipadamente, onde cada turno separa as cargas do turno seguinte, de modo que o tempo disponível é suficiente, mas em carregamentos planejados de última hora, ou em época de inventário, o tempo é insuficiente, isto é, a separação afeta o tempo total de carregamento.

CENTRAL DE TRANSPORTE

Não há problemas frequentes na Central de Transporte, as únicas complicações dizem respeito a dados a serem corrigidos no SAP, que são prontamente corrigidos no momento do registro da entrada no sistema. Segundo os funcionários, a maior parte da roteirização é de clientes normais, porém a parcela de agendados é considerável e demanda tempo para realizar todos os agendamentos. Os tempos de janela foram definidos através de estudos dos registros, e considerados dois tipos de cargas, paletizado unitário e misto. Com o projeto das janelas, as transportadoras têm geralmente enviado seus veículos no horário previsto, porém em virtude de problemas durante o ciclo, as janelas não são atendidas com frequência. Não há um número considerável de recusa de carregamento por parte das transportadoras, de modo que isto não é um problema. Por fim, não há problemas relevantes no agendamento dos clientes agendados, desde que sejam respeitadas as condições de agendamento do cliente. Não mencionaram nenhuma sugestão de melhoria para o processo ou opinião relevante sobre a etapa.

CONTROLE DA OPERAÇÃO

Os principais problemas no Controle da Operação dizem respeito a itens faltantes no CD, que devem ser retirados do pedido, ou solicitado seu incremento se no momento do carregamento o mesmo estiver disponível. A solução destes problemas é simples, requerendo apenas o carregamento dos produtos referidos e baixa no sistema da saída de mercadoria. Tais problemas não são frequentes, isto é, há pouca divergência entre pedido e separado, tanto para falta quanto para sobra. Realizada a baixa da mercadoria no SAP, é transmitido um email para o *Front Line* informando que as notas fiscais estão de acordo e podem ser impressas. Não mencionaram nenhuma sugestão de melhoria para o processo ou opinião relevante sobre a etapa.

CONFERENTES DAS DOCAS

Os problemas mais frequentes da etapa de conferência dizem respeito às avarias, onde os produtos avariados são identificados e são solicitadas suas trocas. É um problema frequente, que não causa grande impacto no processo e é solucionado sem grandes prejuízos ao ciclo analisado. Não é percebido um número considerável de problemas decorrentes da separação no *Picking* Fracionado, tanto de sobre quanto falta de produto. Não é perceptível uma clara relação entre os erros de separação e o tipo de carga, visto que os erros são pequenos. Na vistoria do veículo no início do processo os problemas também são raros, pois os motoristas já sabem as condições que o veículo precisa estar, e já cumprem tais requisitos antes da vistoria, fazendo com que a frequência seja baixa de problemas. Os conferentes acreditam que a vistoria ser realizada externamente é uma forma de reduzir o tempo de ciclo e o deslocamento do veículo, porém para isso necessitaria de um novo funcionário responsável por realizar esta etapa, pois não seria viável o conferente ter que sair do CD cada vez que fosse realizar uma vistoria. Já sobre a vistoria no momento da janela, se mostraram céticos em virtude da necessidade do veículo estar nas condições ideais para poder dar sequência no processo, não sendo interessante o veículo percorrer diversas etapas para que no momento do carregamento o veículo seja reprovado na vistoria e tenha que interromper o processo. Não mencionaram nenhuma sugestão de melhoria distinta das referentes à vistoria, já mencionada, ou opinião relevante sobre a etapa.

PORTARIA

Na portaria, o maior problema ocorre em virtude de motoristas que chegam ao CD sem a Ordem de Coleta correspondente, pois a transportadora envia para a portaria para imprimir.

Porém, em diversas vezes a transportadora não envia a OC com antecedência, ou há problemas no envio, assim, perde-se tempo até que seja enviado novamente, impresso, etc. O principal motivo é o não envio por parte da transportadora com antecedência, e este problema é solucionado com facilidade, através da requisição de envio para a mesma. Com sugestão de melhoria, os funcionários acreditam que se os motoristas trouxessem as OCs consigo facilitaria bastante e reduziria o tempo de ciclo.

MOTORISTAS

Os motoristas relataram diversos pontos que eles acreditam ser falhos, tanto durante o processo quanto nas situações de trabalho. No segundo ponto, eles ressaltam que seria importante a sala destinada ao descanso dos mesmos ter melhores condições, como, por exemplo, uma TV para entretenimento, e sobretudo que o banheiro fosse separado da mesma. Além disso, gostariam de ter um banheiro para que pudessem tomar banho caso tenham que pernoitar no CD. A respeito do processo, eles têm a opinião que seriam necessárias duas balanças, uma de entrada outra de saída, de modo que as filas sejam menores. Ademais, pensam que a vistoria deveria ser realizada externamente, eliminando a necessidade de entrada no CD apenas para vistoria e depois ter que sair do CD para aguardar o chamado para carregamento. Os motoristas acreditam também que seja necessário um pátio interno para que estacionem seus veículos. Desta forma, o tempo de ciclo seria menor, visto que a distância percorrida diminuiria, seria mais fácil o vigilante chamar o motorista para o carregamento, e aumentaria a segurança dos motoristas e funcionários. Sobre as janelas eles acreditam que seja uma boa alternativa para reduzir o tempo de atendimento e de espera, porém ressaltam que não é cumprida na maioria das vezes. Por fim, pensam que a vistoria do veículo poderia ser realizada no momento da janela, visto que na maioria das vezes o veículo está de acordo, mas acreditam que a vistoria realizada externamente seja a melhor solução. A respeito da vistoria da Pamcary, apoiaram a sugestão de ser realizada no início do mês e com agendamento.

APÊNDICE C – Informações *BoxPlot* por Cenário

Tabela 10-1 - Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário 1

CENÁRIO 1 - PALET. MISTO + NÃO PALET.									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	5,0	11,0	8,0	0,0	23,0	293
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,5	8,0	15,0	9,5	0,0	29,3	293
Portaria - CT	minuto	C	7,0	13,0	27,0	20,0	0,0	57,0	293
FRC	minuto	D	15,0	40,0	90,0	75,0	0,0	202,5	293
CO - Doca	minuto	E	90,0	218,0	379,5	289,5	0,0	813,8	293
Doca - Doca	minuto	F	50,0	70,0	99,0	49,0	0,0	172,5	293
CO - CO	minuto	G	1,0	5,0	10,0	9,0	0,0	23,5	155
CO - FL	minuto	H	28,0	45,0	73,0	45,0	0,0	140,5	291
FL - FL	minuto	I	7,0	10,0	23,0	16,0	0,0	47,0	292
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	38,0	28,0	0,0	80,0	292
Pamcary - Portaria	minuto	K	5,0	9,0	13,0	8,0	0,0	25,0	293

Tabela 10-2 - Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário 2

CENÁRIO 2 - PALET. UNIT.									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	2,3	4,0	10,0	7,8	0,0	21,6	496
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,0	8,0	15,0	10,0	0,0	30,0	495
Portaria - CT	minuto	C	8,0	15,0	32,0	24,0	0,0	68,0	495
CO - Doca	minuto	E	69,0	140,5	270,0	201,0	0,0	571,5	496
Doca - Doca	minuto	F	40,0	60,0	90,0	50,0	0,0	165,0	494
CO - CO	minuto	G	1,0	2,0	10,0	9,0	0,0	23,5	225
CO - FL	minuto	H	28,0	43,0	76,0	48,0	0,0	148,0	496
FL - FL	minuto	I	5,0	8,0	18,0	13,0	0,0	37,5	490
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	36,0	26,0	0,0	75,0	494
Pamcary - Portaria	minuto	K	6,0	9,0	13,0	7,0	0,0	23,5	495

Tabela 10-3 - Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário 3

CENÁRIO 3 - TODOS OS TIPOS									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	4,0	10,0	7,0	0,0	20,5	789
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,0	8,0	15,0	10,0	0,0	30,0	788
Portaria - CT	minuto	C	8,0	14,0	29,8	21,8	0,0	62,4	788
FRC	minuto	D	15,0	40,0	90,0	75,0	0,0	202,5	293
CO - Doca	minuto	E	74,5	166,0	320,5	246,0	0,0	689,5	789
Doca - Doca	minuto	F	41,0	65,0	93,0	52,0	0,0	171,0	787
CO - CO	minuto	G	1,0	3,0	10,0	9,0	0,0	23,5	380
CO - FL	minuto	H	28,0	44,0	74,0	46,0	0,0	143,0	787
FL - FL	minuto	I	6,0	9,0	20,3	14,3	0,0	41,6	782
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	37,0	27,0	0,0	77,5	786
Pamcary - Portaria	minuto	K	6,0	9,0	13,0	7,0	0,0	23,5	788

Tabela 10-4 – Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário 4

CENÁRIO 4 - PALET. MISTO									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	4,0	9,5	6,5	0,0	19,3	273
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,0	8,0	15,0	10,0	0,0	30,0	274
Portaria - CT	minuto	C	7,0	13,0	27,0	20,0	0,0	57,0	274
FRC	minuto	D	13,8	35,0	90,0	76,3	0,0	204,4	274
CO - Doca	minuto	E	85,0	205,5	364,3	279,3	0,0	783,1	272
Doca - Doca	minuto	F	48,8	68,0	95,0	46,3	0,0	164,4	274
CO - CO	minuto	G	1,0	5,0	10,0	9,0	0,0	23,5	145
CO - FL	minuto	H	28,3	44,0	73,0	44,8	0,0	140,1	272
FL - FL	minuto	I	7,0	10,0	23,0	16,0	0,0	47,0	273
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	39,3	29,3	0,0	83,1	274
Pamcary - Portaria	minuto	K	5,0	9,0	13,0	8,0	0,0	25,0	274

Tabela 10-5 - Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário 5

CENÁRIO 5 – NÃO PALETIZADO									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	4,0	9,5	6,5	0,0	19,3	79
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,0	8,0	15,0	10,0	0,0	30,0	51
Portaria - CT	minuto	C	7,0	13,0	27,0	20,0	0,0	57,0	70
FRC	minuto	D	13,8	35,0	90,0	76,3	0,0	204,4	51
CO - Doca	minuto	E	85,0	205,5	364,3	279,3	0,0	783,1	164
Doca - Doca	minuto	F	48,8	68,0	95,0	46,3	0,0	164,4	186
CO - CO	minuto	G	1,0	5,0	10,0	9,0	0,0	23,5	105
CO - FL	minuto	H	28,3	44,0	73,0	44,8	0,0	140,1	184
FL - FL	minuto	I	7,0	10,0	23,0	16,0	0,0	47,0	184
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	39,3	29,3	0,0	83,1	78
Pamcary - Portaria	minuto	K	5,0	9,0	13,0	8,0	0,0	25,0	51

Tabela 10-6 – Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário I - Fechado

CENÁRIO I - FECHADO									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	5,0	14,0	11,0	0,0	30,5	79
Pamcary - Portaria	minuto	B	6,0	9,0	17,0	11,0	0,0	33,5	51
Portaria - CT	minuto	C	8,0	14,0	31,0	23,0	0,0	65,5	70
FRC	minuto	D	10,0	30,0	90,0	80,0	0,0	210,0	51
CO - Doca	minuto	E	70,0	152,0	302,3	232,3	0,0	650,6	164
Doca - Doca	minuto	F	40,0	65,0	100,0	60,0	0,0	190,0	186
CO - CO	minuto	G	1,0	3,0	10,0	9,0	0,0	23,5	105
CO - FL	minuto	H	27,0	44,0	75,3	48,3	0,0	147,6	184
FL - FL	minuto	I	5,0	7,0	12,0	7,0	0,0	22,5	184
FL - Pamcary	minuto	J	10,0	19,0	37,0	27,0	0,0	77,5	78
Pamcary - Portaria	minuto	K	5,0	8,0	13,0	8,0	0,0	25,0	51

Tabela 10-7 – Informações da análise *BoxPlot* para o Cenário II - Fracionado

CENÁRIO II - FRACIONADO									
Etapa	unidade	Etapa	Q1	Q2	Q3	H	Limite Inferior	Limite Superior	n
Pamcary - Pamcary	minuto	A	3,0	4,0	8,0	5,0	0,0	15,5	79
Pamcary - Portaria	minuto	B	5,0	7,0	12,0	7,0	0,0	22,5	51
Portaria - CT	minuto	C	7,0	13,0	27,0	20,0	0,0	57,0	70
FRC	minuto	D	10,0	35,0	67,5	57,5	0,0	153,8	51
CO - Doca	minuto	E	80,0	223,5	411,0	331,0	0,0	907,5	164
Doca - Doca	minuto	F	55,0	78,5	119,0	64,0	0,0	215,0	186
CO - CO	minuto	G	1,0	5,0	10,0	9,0	0,0	23,5	105
CO - FL	minuto	H	30,0	43,5	77,0	47,0	0,0	147,5	184
FL - FL	minuto	I	11,0	19,0	40,0	29,0	0,0	83,5	184
FL - Pamcary	minuto	J	11,0	20,0	36,8	25,8	0,0	75,4	78
Pamcary - Portaria	minuto	K	6,0	9,0	14,0	8,0	0,0	26,0	51

APÊNDICE D – Análises do Tamanho da Amostra por Cenário

Tabela 10-8 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 1

CENÁRIO 1 - PALET. MISTO + NÃO PALET.										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	5,01	16,88	4,11	239	1,97	5%	10%	260,69	não
minuto	B	9,45	36,40	6,03	260	1,97	5%	10%	157,94	sim
minuto	C	15,75	151,65	12,31	262	1,97	5%	10%	237,09	sim
minuto	D	56,11	2646,86	51,45	284	1,97	5%	10%	325,79	não
minuto	E	238,49	33384,29	182,71	278	1,97	5%	10%	227,45	sim
minuto	F	73,09	1271,26	35,65	276	1,97	5%	10%	92,21	sim
minuto	G	5,03	19,50	4,42	140	1,98	5%	10%	301,40	não
minuto	H	49,83	826,82	28,75	278	1,97	5%	10%	129,02	sim
minuto	I	12,91	94,91	9,74	260	1,97	5%	10%	220,77	sim
minuto	J	23,81	351,02	18,74	274	1,97	5%	10%	240,05	sim
minuto	K	9,33	28,80	5,37	271	1,97	5%	10%	128,28	sim

Tabela 10-9 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 2

CENÁRIO 2 - PALET. UNIT.										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	4,89	15,38	3,92	411	1,97	5%	10%	248,98	sim
minuto	B	9,09	28,65	5,35	433	1,97	5%	10%	134,03	sim
minuto	C	17,92	211,81	14,55	440	1,97	5%	10%	254,83	sim
minuto	E	170,64	18554,72	136,22	474	1,96	5%	10%	246,04	sim
minuto	F	64,15	1223,28	34,98	464	1,97	5%	10%	114,78	sim
minuto	G	4,56	22,12	4,70	209	1,97	5%	15%	183,79	sim
minuto	H	50,02	974,49	31,22	468	1,97	5%	10%	150,41	sim
minuto	I	10,09	61,96	7,87	433	1,97	5%	10%	234,87	sim
minuto	J	22,48	271,56	16,48	462	1,97	5%	10%	207,51	sim
minuto	K	9,35	22,94	4,79	457	1,97	5%	10%	101,26	sim

Tabela 10-10 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 3

CENÁRIO 3 - TODO										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	4,80	13,85	3,72	645	1,96	5%	10%	231,56	sim
minuto	B	9,26	32,12	5,67	694	1,96	5%	10%	144,56	sim
minuto	C	16,73	172,15	13,12	697	1,96	5%	10%	236,96	sim
minuto	D	56,11	2646,86	51,45	284	1,97	5%	10%	325,79	não
minuto	E	199,64	26168,95	161,77	760	1,96	5%	10%	253,04	sim
minuto	F	67,90	1294,62	35,98	743	1,96	5%	10%	108,23	sim
minuto	G	4,75	21,06	4,59	349	1,97	5%	10%	361,44	não
minuto	H	49,43	872,64	29,54	742	1,96	5%	10%	137,66	sim
minuto	I	11,07	72,68	8,53	692	1,96	5%	10%	228,55	sim
minuto	J	22,82	292,75	17,11	734	1,96	5%	10%	216,74	sim
minuto	K	9,24	23,64	4,86	723	1,96	5%	10%	106,72	sim

Tabela 10-11 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 4

CENÁRIO 4 - PALET. MISTO										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	4,70	12,30	3,51	223	1,97	5%	10%	216,76	sim
minuto	B	9,27	34,11	5,84	243	1,97	5%	10%	154,12	sim
minuto	C	15,85	149,98	12,25	248	1,97	5%	10%	231,58	sim
minuto	D	55,22	2619,62	51,18	267	1,97	5%	10%	333,03	não
minuto	E	230,86	31043,34	176,19	259	1,97	5%	10%	225,87	sim
minuto	F	68,78	970,89	31,16	257	1,97	5%	10%	79,59	sim
minuto	G	5,05	19,94	4,47	133	1,98	5%	10%	306,49	não
minuto	H	49,36	807,63	28,42	259	1,97	5%	10%	128,55	sim
minuto	I	12,99	93,70	9,68	241	1,97	5%	10%	215,57	sim
minuto	J	24,21	369,67	19,23	258	1,97	5%	10%	244,67	sim
minuto	K	9,33	27,82	5,27	253	1,97	5%	10%	123,99	sim

Tabela 10-12 - Análise do tamanho da amostra do Cenário 5

CENÁRIO 5 - NÃO PALETIZADO										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	6,57	21,25	4,61	53	1,46	15%	15%	46,77	sim
minuto	B	10,60	48,68	6,98	47	1,46	15%	15%	41,30	sim
minuto	C	18,02	195,49	13,98	54	1,46	15%	15%	57,10	não
minuto	D	42,08	2141,51	46,28	51	1,46	15%	15%	114,90	não
minuto	E	241,25	40425,19	201,06	155	1,45	15%	15%	64,61	sim
minuto	F	77,21	1951,05	44,17	119	1,45	15%	15%	30,54	sim
minuto	G	3,90	18,60	4,31	80	1,45	15%	15%	114,83	não
minuto	H	50,72	1046,53	32,35	166	1,45	15%	15%	37,82	sim
minuto	I	8,29	85,61	9,25	154	1,45	15%	15%	115,82	sim
minuto	J	22,68	267,11	16,34	71	1,46	15%	15%	48,91	sim
minuto	K	9,42	27,39	5,23	45	1,47	15%	15%	29,43	sim

Tabela 10-13 – Análise do tamanho da Amostra do Cenário I - Fechado

CENÁRIO I - FECHADO										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	5,61	27,62	5,26	487	1,96	5%	10%	338,79	sim
minuto	B	9,91	42,34	6,51	493	1,96	5%	10%	166,28	sim
minuto	C	17,21	185,54	13,62	524	1,96	5%	10%	241,65	sim
minuto	D	53,05	2683,79	51,81	205	1,97	5%	10%	370,67	não
minuto	E	187,16	23004,65	151,67	645	1,96	5%	10%	253,23	sim
minuto	F	71,44	1829,01	42,77	662	1,96	5%	10%	138,19	sim
minuto	G	4,34	20,95	4,58	282	1,97	5%	10%	430,92	não
minuto	H	49,90	960,59	30,99	661	1,96	5%	10%	148,77	sim
minuto	I	7,18	18,66	4,32	586	1,96	5%	10%	139,80	sim
minuto	J	22,33	278,40	16,69	547	1,96	5%	10%	215,52	sim
minuto	K	9,27	25,68	5,07	529	1,96	5%	10%	115,27	sim

Tabela 10-14 – Análise do tamanho da Amostra do Cenário II - Fracionado

CENÁRIO II - FRACIONADO										
unidade	Etapas	Média	Variância	desvio	tamanho da amostra	t-student	nível de confiança	precisão	tamanho da amostra necessária	tamanho ok?
minuto	A	4,08	5,06	2,25	231	1,97	5%	10%	117,84	sim
minuto	B	7,75	17,20	4,15	260	1,97	5%	10%	110,92	sim
minuto	C	15,71	153,57	12,39	245	1,97	5%	10%	241,29	sim
minuto	D	43,18	1568,18	39,60	164	1,97	5%	10%	327,99	não
minuto	E	251,83	42429,01	205,98	269	1,97	5%	10%	259,35	sim
minuto	F	82,15	1972,18	44,41	266	1,97	5%	10%	113,28	sim
minuto	G	5,65	23,41	4,84	172	1,97	5%	10%	286,23	não
minuto	H	51,25	911,37	30,19	267	1,97	5%	10%	134,51	sim
minuto	I	21,12	237,83	15,42	238	1,97	5%	10%	206,89	sim
minuto	J	24,37	311,13	17,64	268	1,97	5%	10%	203,09	sim
minuto	K	9,99	28,28	5,32	266	1,97	5%	10%	109,80	sim

APÊNDICE E – Gráficos de atividade

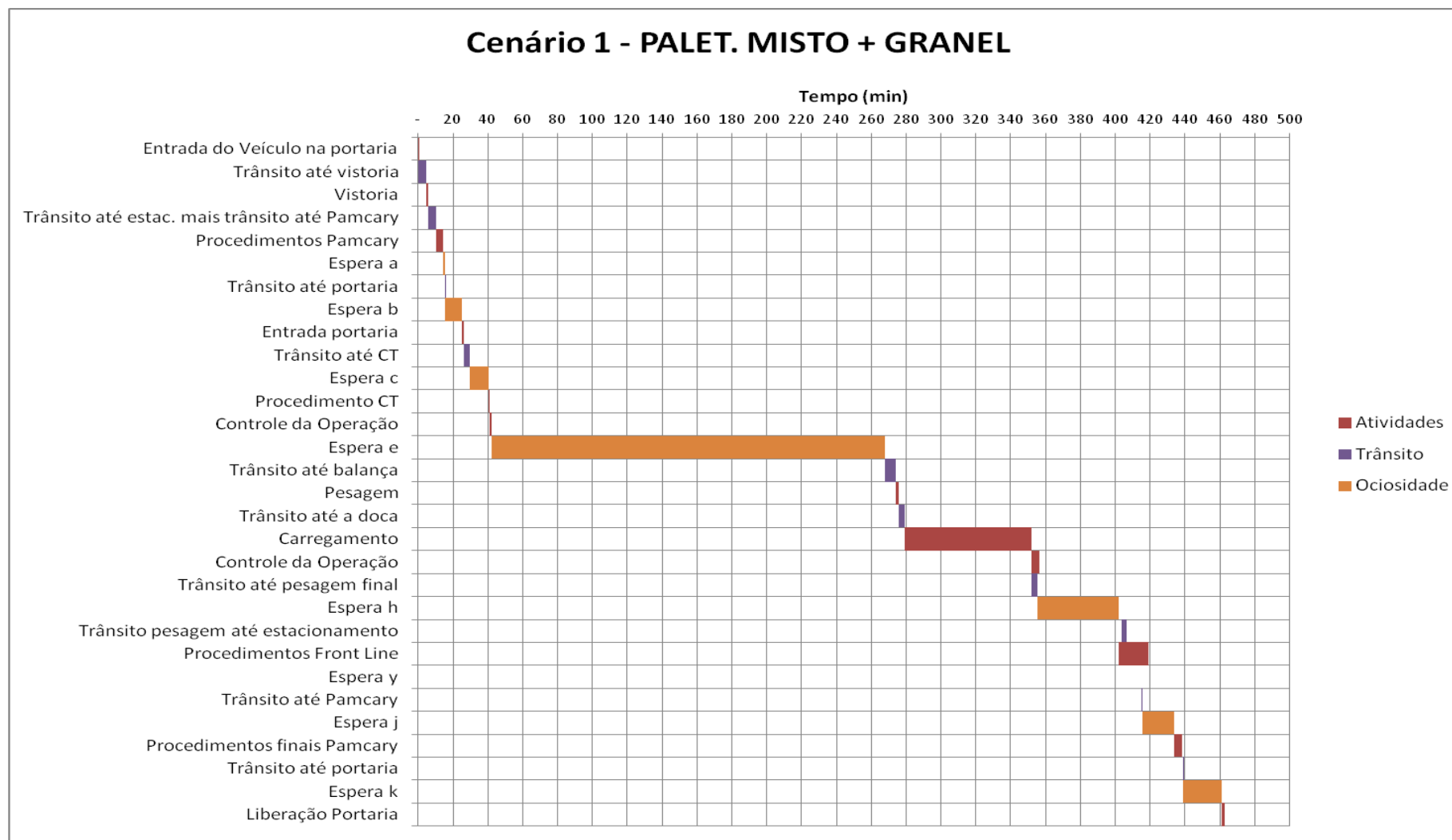


Figura 0-1 - Gráfico Cenário 1

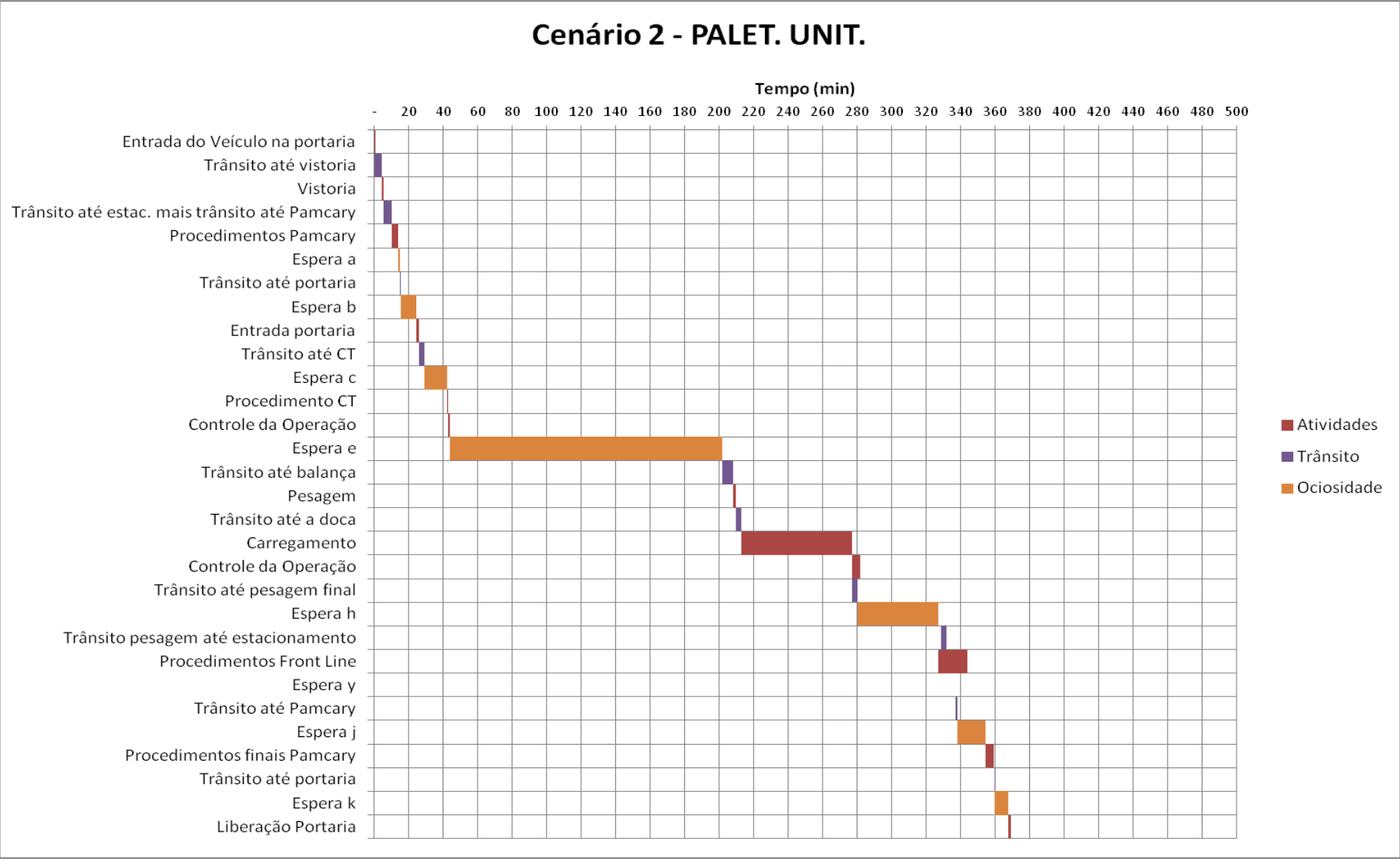


Figura 0-2 - Gráfico Cenário 2

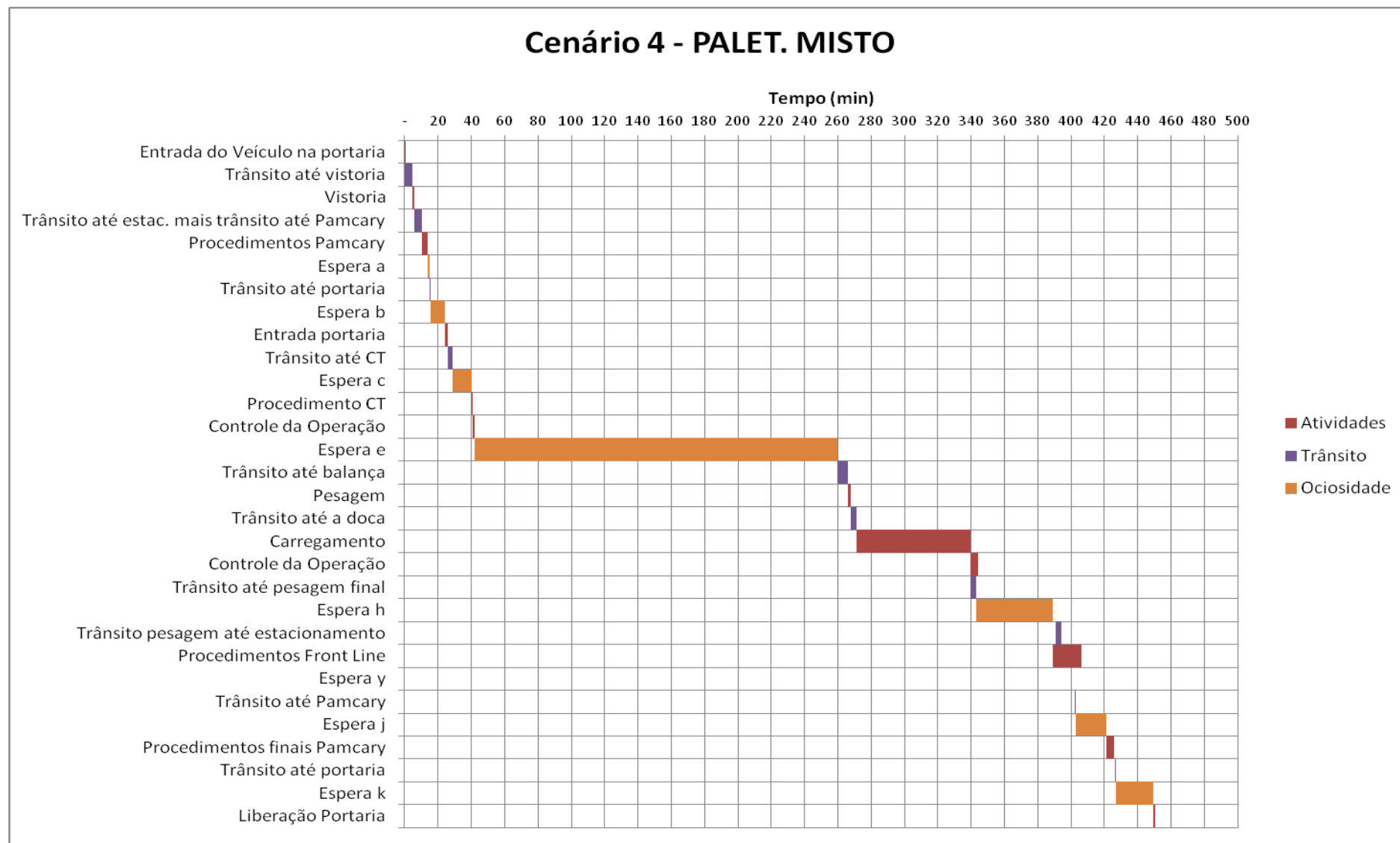


Figura 0-3 - Gráfico Cenário 4

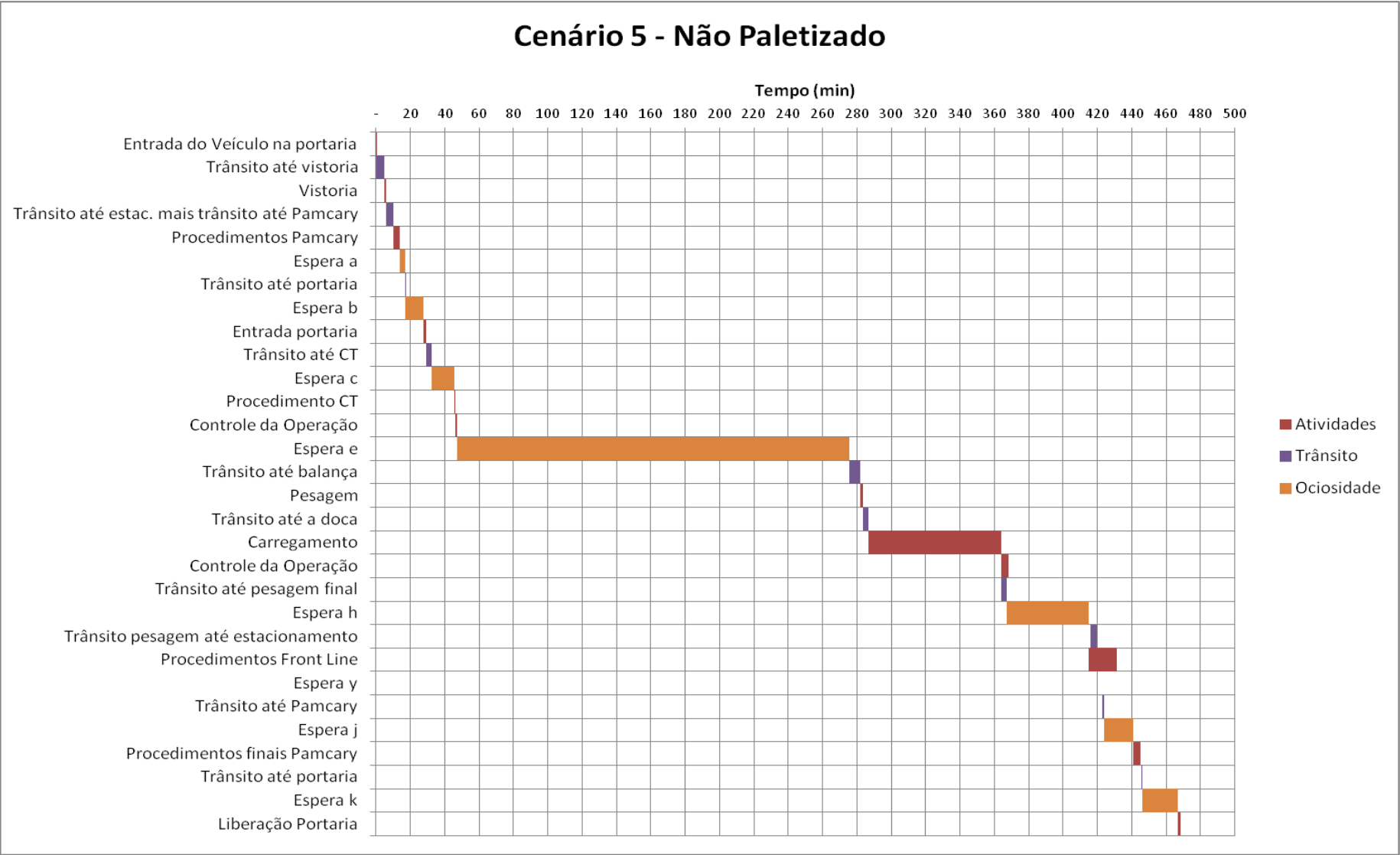


Figura 0-4 - Gráfico Cenário 5

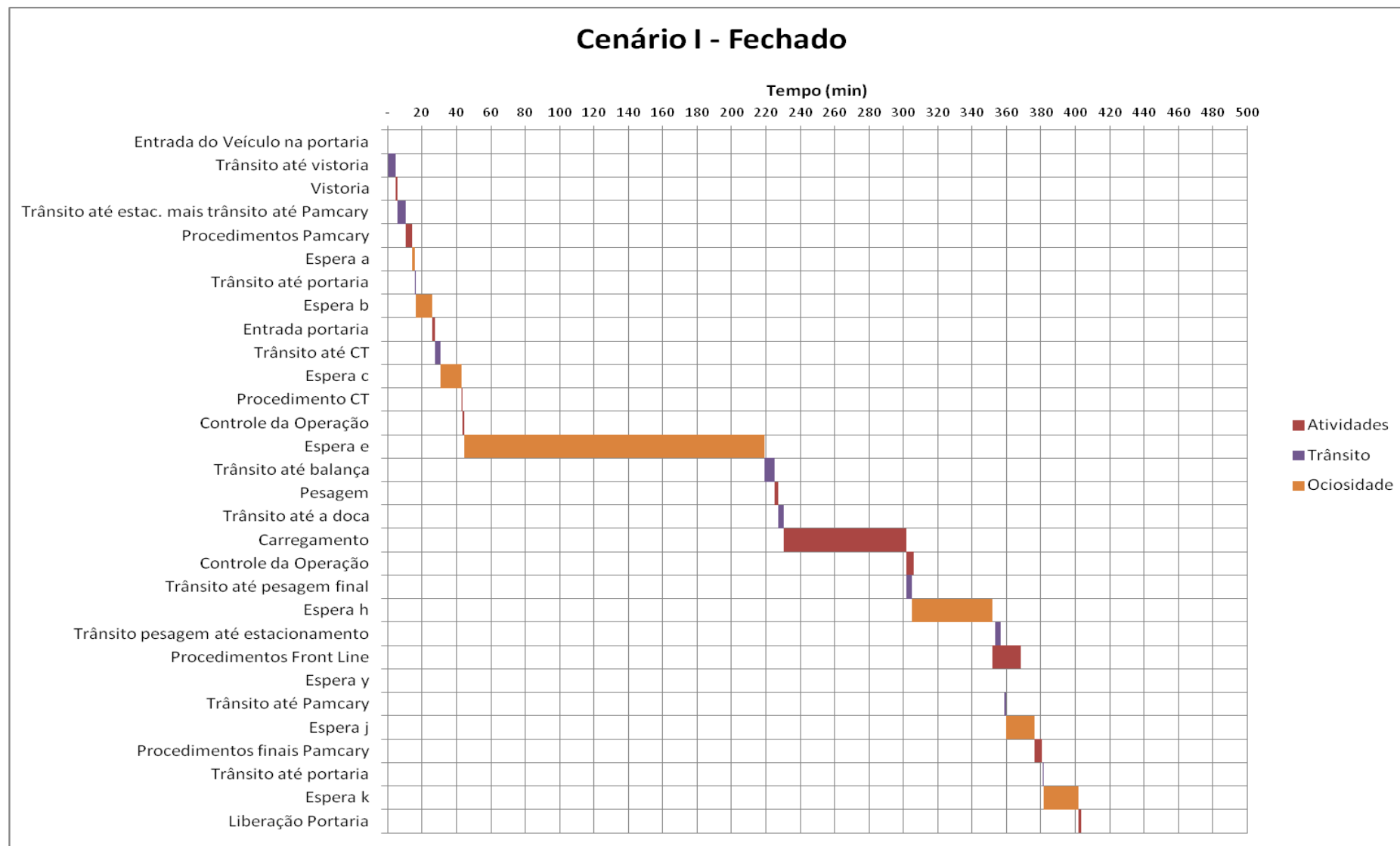


Figura 0-5 - Gráfico Cenário I

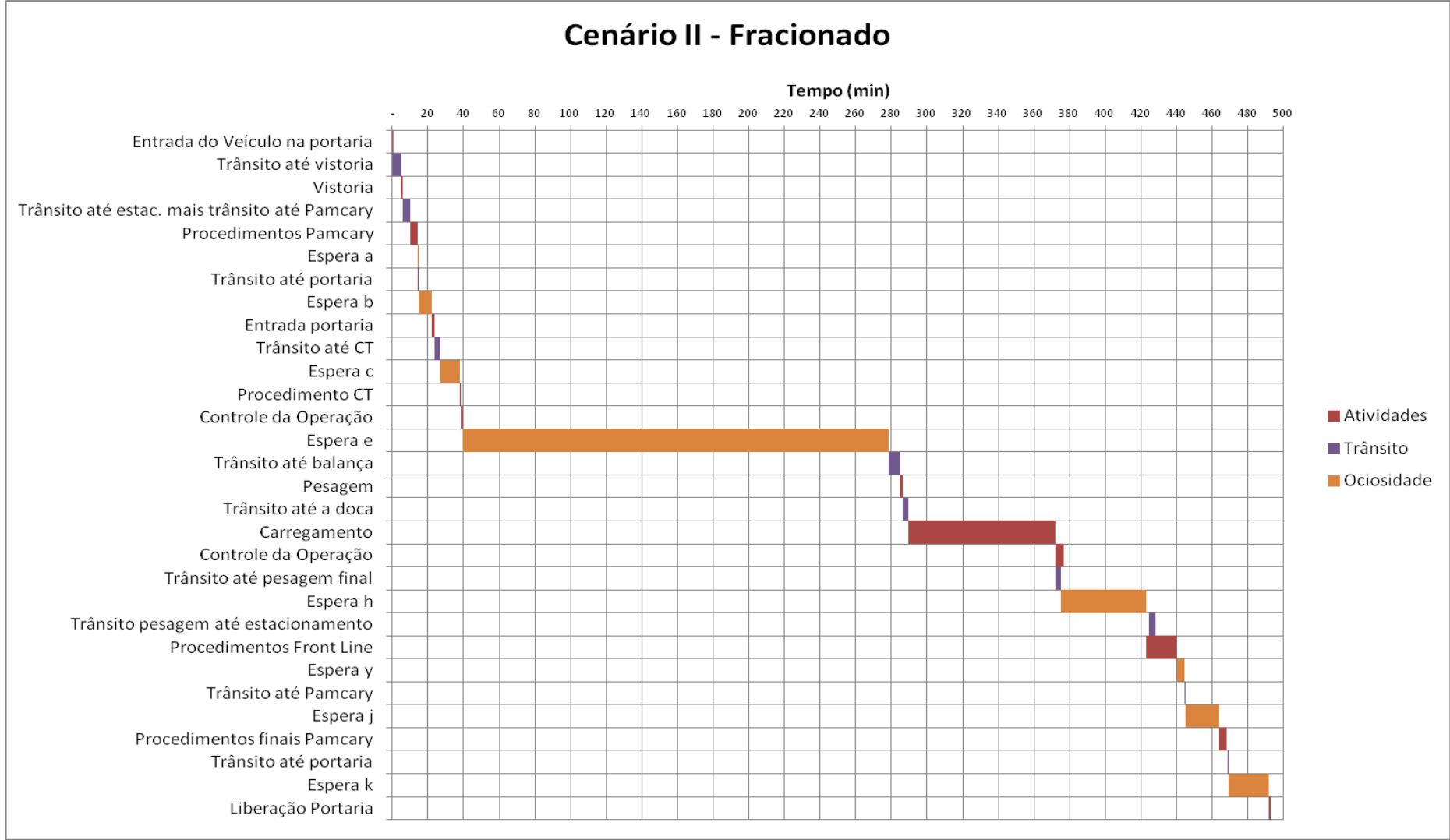


Figura 0-6 - Gráfico Cenário II

APÊNDICE F – Análise de Eventos

Ociosidade “e”

Tabela 10-15 - Percentuais de ocorrência por tipo de carga e transporte

Tipos de espera	Fechado	Fracionado	Paletizado Unitário	Paletizado Misto	Não Palet.
I	35%	50%	43%	32%	34%
II	7%	9%	8%	7%	11%
III	5%	5%	3%	7%	9%
IV	1%	0%	1%	0%	0%
V	1%	0%	1%	0%	0%
VI	5%	7%	4%	7%	2%
VII	1%	0%	1%	0%	0%
VIII	1%	2%	3%	0%	0%
IX	39%	22%	29%	41%	45%
X	6%	5%	7%	5%	0%

Tabela 10-16 - Percentuais de ocorrência conforme momento de carregamento

Caso	fechado	fracionado	palet. Unit.	palet. Misto	Não Palet.
1	34%	49%	42%	31%	34%
2	2%	4%	2%	2%	0%
3	0%	0%	0%	0%	0%
4	6%	4%	6%	3%	11%
5	5%	9%	7%	6%	0%
6	54%	35%	43%	58%	55%

Tabela 10-17 - Tempo médio conforme o momento de carregamento

Caso	fechado	fracionado	palet. Unit.	palet. Misto	Não Palet.
1	72,5	84,8	73,4	77,7	112,8
2	59,5	99,1	76,5	59,3	-
3	-	-	-	-	-
4	87,6	129,4	87,3	78,4	171,2
5	47,6	63,9	54,1	64,3	-
6	70,7	93,6	67,2	73,5	146,0

APÊNDICE G – Resumo das propostas obtidas no *Brainstorming*

Pamcary

- eliminação de alguns campos desnecessários (estado civil, filhos, etc.) e de campos duplicados (registro do mesmo dado mais de uma vez em planilhas/sistemas diferentes).

Portaria

- Problemas de impressão (ausência do *check list* e informações no verso, necessidade de escanear a OC que chega com o motorista, para imprimir na folha no tamanho correto, etc.);
- Crachá – eliminação da necessidade de cadastro do motorista e retirada do crachá (duração de 5 a 6 minutos), outra estratégia para permitir a entrada, talvez deixar documento com o vigilante;
- Aproveitar melhor o espaço da OC – aviso para o motorista informando sequência, etapas e locais do fluxo;
- Impressão ser realizada na Pamcary;
- Sequência do processo ser: Pamcary – Portaria – Entrada – Vistoria;
- Painel Visual na entrada da planta indicado para os motoristas a doca em que devem encostar, nome do motorista, etc. ou alto-falante;
- Vistoria ser realizada por um funcionário que permaneceria na área externa (algumas vezes ocorre);
- Instalação de câmeras para capturar placas do cavalo e carreta, eliminando o registro de dados errados, que implica em retrabalho;
- Conferente chamar o motorista para encostar na doca tempos antes do carregamento atual ser finalizado (um conferente já faz isso);

Front Line

- Instalação de câmeras para capturar placas do cavalo e carreta, eliminando o registro de dados errados, que implica em retrabalho;
- Instalação de uma segunda balança, visto que vai aumentar o fluxo de veículo, sobretudo de matéria-prima para as novas linhas de produção;
- Outra entrada, pelo estacionamento, para funcionários, de modo que não precisasse mais fechar a balança nos períodos de troca de turno.

Central de Transportes

- Pessoa da central de transportes na portaria, para realizar a entrada do motorista (SAP) e talvez a vistoria.

Engenharia

- Instalação de meios físicos que possibilitem que a balança não seja fechada nas trocas de turno, como através da eliminação da primeira faixa de pedestre, guarda-corpos, etc.;
- Placas de sinalização no CD indicando os locais e os caminhos a serem seguidos;

APÊNDICE H – Fluxograma do Processo Atual e do Processo Proposto

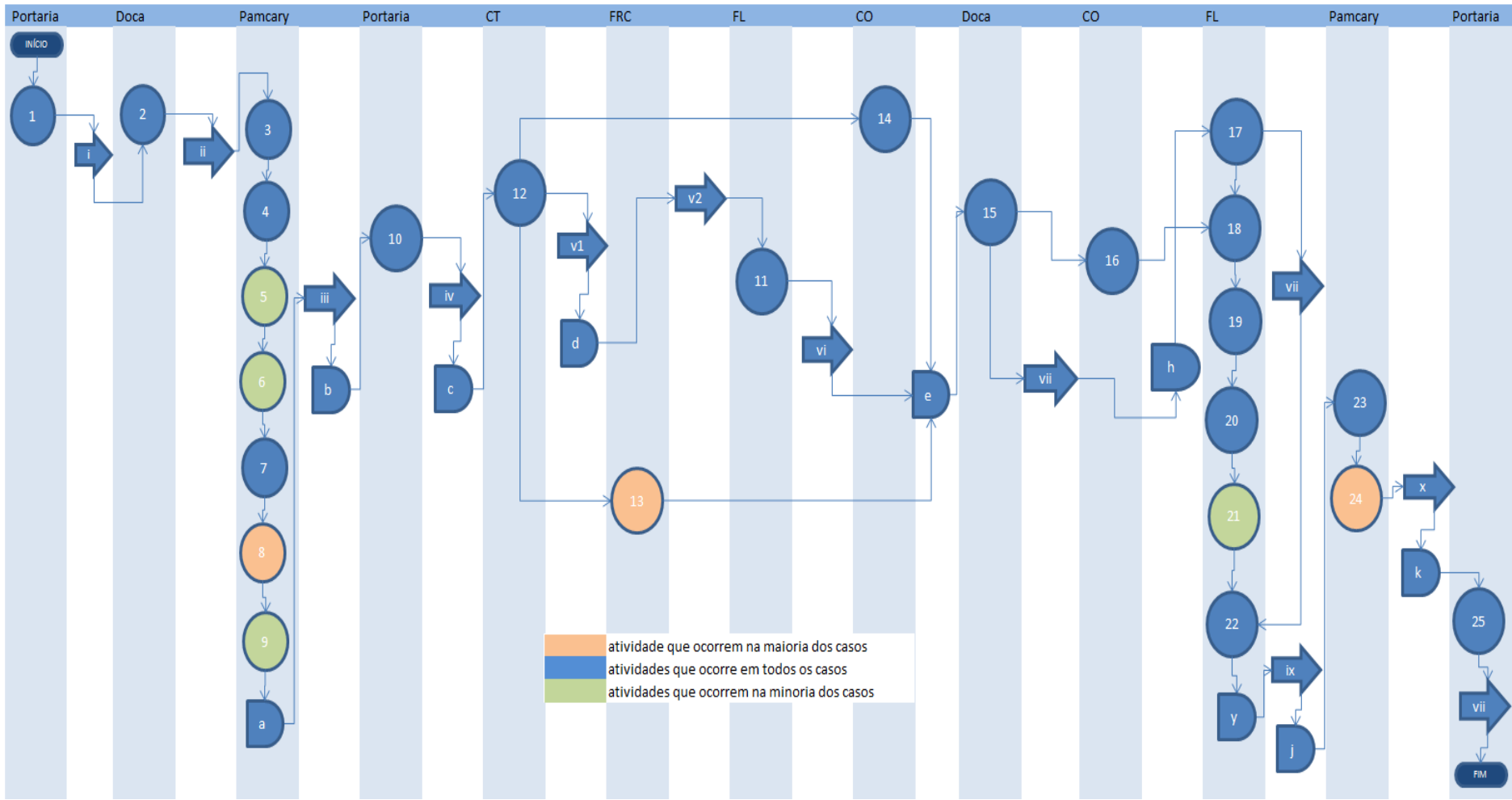


Figura 0-7 - Fluxograma atual - Simbologia padronizada (BARNES, 1982)

Tabela 10-18 - Legenda do Fluxograma atual

Código	OPERAÇÕES
1	Registro de dados / carimbo para vistoria
2	Vistoria do veículo
3	Registro de dados
4	Confirmação dos dados
5	Cadastro do motorista
6	Cadastro do veículo
7	Registro de Embarque
8	Confirmação de sinal de rastreamento
9	Vistoria dos equipamentos do veículo
10	Registro dos dados e carimbo
11	Pesagem Inicial
12	Confirmação dados/ entrada no SAP
13	Realização do Picking Fracionado
14	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca
15	Transporte / Conferência / Carregamento
16	Registro Controle da Operação
17	Pesagem final
18	Preenchimento ficha de recebimento de DT
19	Comparação de peso
20	Emissão das notas fiscais
21	Pagamento impostos / PIN SUFRAMA
22	Chamada do motorista e assinatura
23	Registro dados saída
24	confirmação sinal final de rastreamento
25	Liberação saída
TRANSPORTE	
i	portaria até a doca (veículo)
ii	Doca até estacionamento (veículo) e estacionamento até Pamcary (motorista)
iii	Pamcary até a portaria (motorista)
iv	Portaria até a Central de Transporte (motorista)
v1	Central de Transporte até estacionamento (motorista)
v2	Estacionamento até balança (veículo)
vi	Balança até a Doca (veículo)
vii	Doca até a balança (veículo)
viii	Balança até área de espera interna (veículo) + área de espera interna até Front Line (motorista)
ix	Front Line até Pamcary (motorista)
x	Pamcary até portaria (motorista)
xi	Portaria até área de espera interna (motorista) + área de espera interna até saída (veículo)
ESPERA	
a	espera entre as diversas etapas da Pamcary
b	espera entre o fim da Pamcary e início Portaria
c	espera entre fim atendimento da portaria e início na CT
d	espera pelo chamado para carregamento
e	espera entre fim CO e início carregamento
h	espera entre o fim da CO e início Front Line
y	espera entre diversas etapas do Front Line
j	espera entre o fim do Front Line e início Pamcary
k	espera entre fim Pamcary e início Portaria

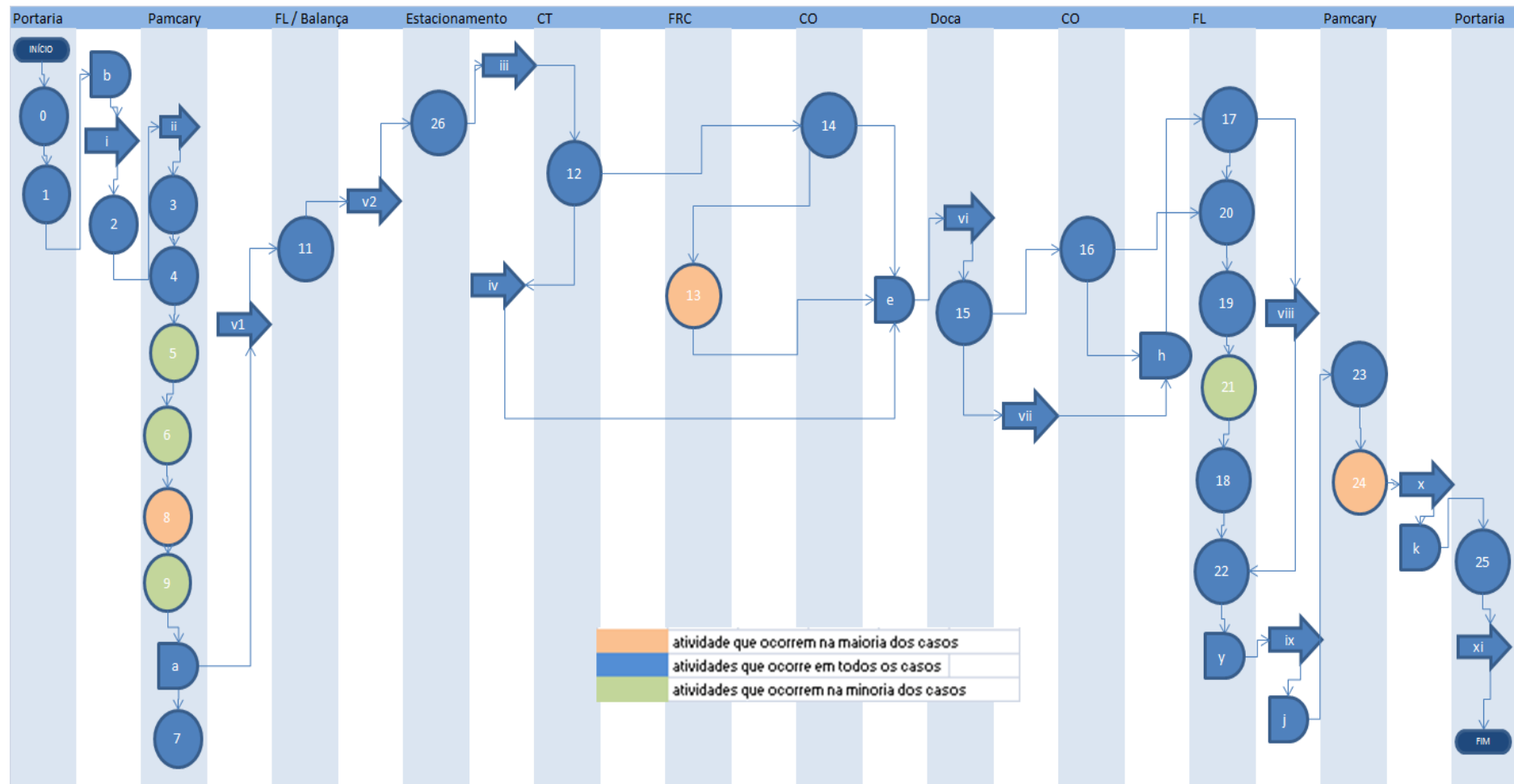


Figura 0-8 - Fluxograma Proposto - Simbologia padronizada (BARNES, 1982)

Tabela 10-19 - Legenda do Fluxograma proposto

Código	OPERAÇÕES
0	Impressão OC
1	Registro dos dados / carimbo para vistoria
2	Vistoria do veículo (entrada)
3	Registro de dados
4	Confirmação dos dados
5	Cadastro do motorista
6	Cadastro do veículo
7	Registro de Embarque
8	Confirmação de sinal de rastreamento
9	Vistoria dos equipamentos do veículo
11	Pesagem inicial
12	Confirmação dados/ entrada no SAP
13	Realização do Picking Fracionado
14	Conferência dos dados / ordem para transporte até a doca
15	Transporte / Conferência / Carregamento
16	Registro Controle da Operação
17	Pesagem final
18	Preenchimento ficha de recebimento de DT
19	Comparação de peso
20	Emissão das notas fiscais
21	Pagamento impostos / PIN SUFRAMA
22	Chamada do motorista e assinatura
23	Registro dados saída
24	confirmação sinal final de rastreamento
25	Liberação saída
26	Estacionamento
TRANSPORTE	
i	Portaria até a vistoria (motorista)
ii	Vistoria até Pamcary (motorista)
iii	Estacionamento interno até CT (motorista)
iv	CT até área estacionamento interno (motorista)
v1	Estacionamento externo até balança (veículo)
v2	Balança até estacionamento interno (veículo)
vi	Estacionamento Interno até doca (veículo)
vii	Doca até balança (veículo)
viii	Balança até área de espera interna (veículo) + área de espera interna até Front Line (motorista)
ix	Front Line até Pamcary (motorista)
x	Pamcary até portaria (motorista)
xi	Portaria até área de espera interna (motorista) + área de espera interna até saída (veículo)
ESPERA	
a	espera entre as diversas etapas da Pamcary
b	espera entre o fim da Pamcary e início entrada
e	espera entre fim CO e início carregamento
h	espera entre o fim da CO e início Front Line
y	espera entre diversas etapas do Front Line
j	espera entre o fim do Front Line e início Pamcary
k	espera entre fim Pamcary e início Portaria

APÊNDICE I – Análise ociosidade “e”

Tabela 10-20 - Tempo médio de espera por tipo de carga quando ocorre a espera (min)

	Motorista	Empresa	após janela
Fechado	189,5	68,1	185,2
Fracionado	226,8	121,5	282,1

Tabela 10-21 - Percentual de ocorrência por tipo de veículo

	Motorista	Empresa	após janela	Tamanho Amostra
Fechado	46,47%	19,96%	49,12%	566
Fracionado	63,46%	23,56%	33,17%	208
TOTAL	51,03%	20,93%	44,83%	774

Tabela 10-22 - Tempo médio de espera por tipo de carga quando ocorre a espera (min)

	Motorista	Empresa	após janela
Paletizado Unitário	187,02	74,37	168,00
Paletizado Misto	228,26	98,77	226,30
Não Paletizado	228,04	95,60	335,88

APÊNDICE J - Esboços dos fluxos atual e proposto

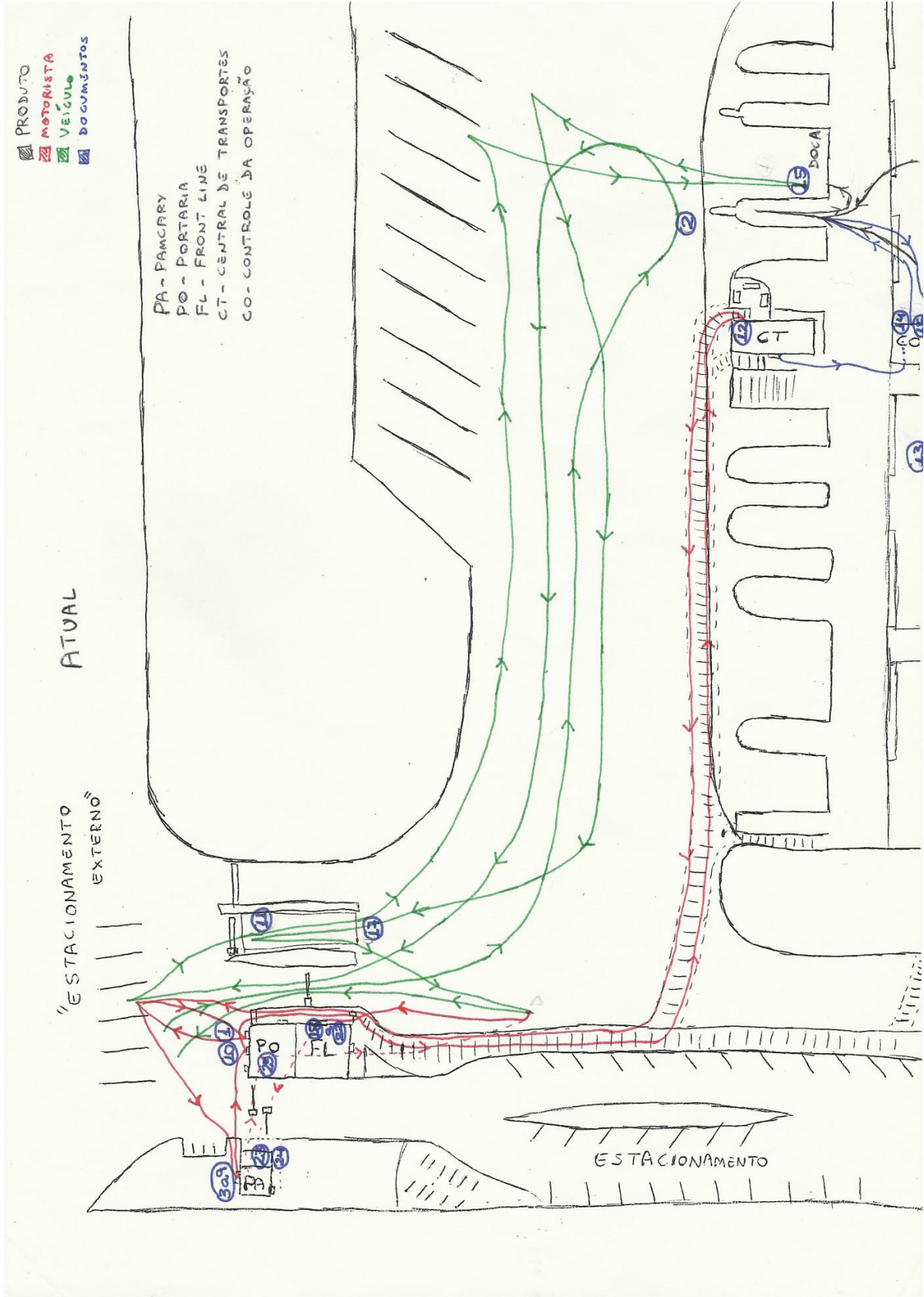


Figura 0-9 - Esboço do Fluxo Atual

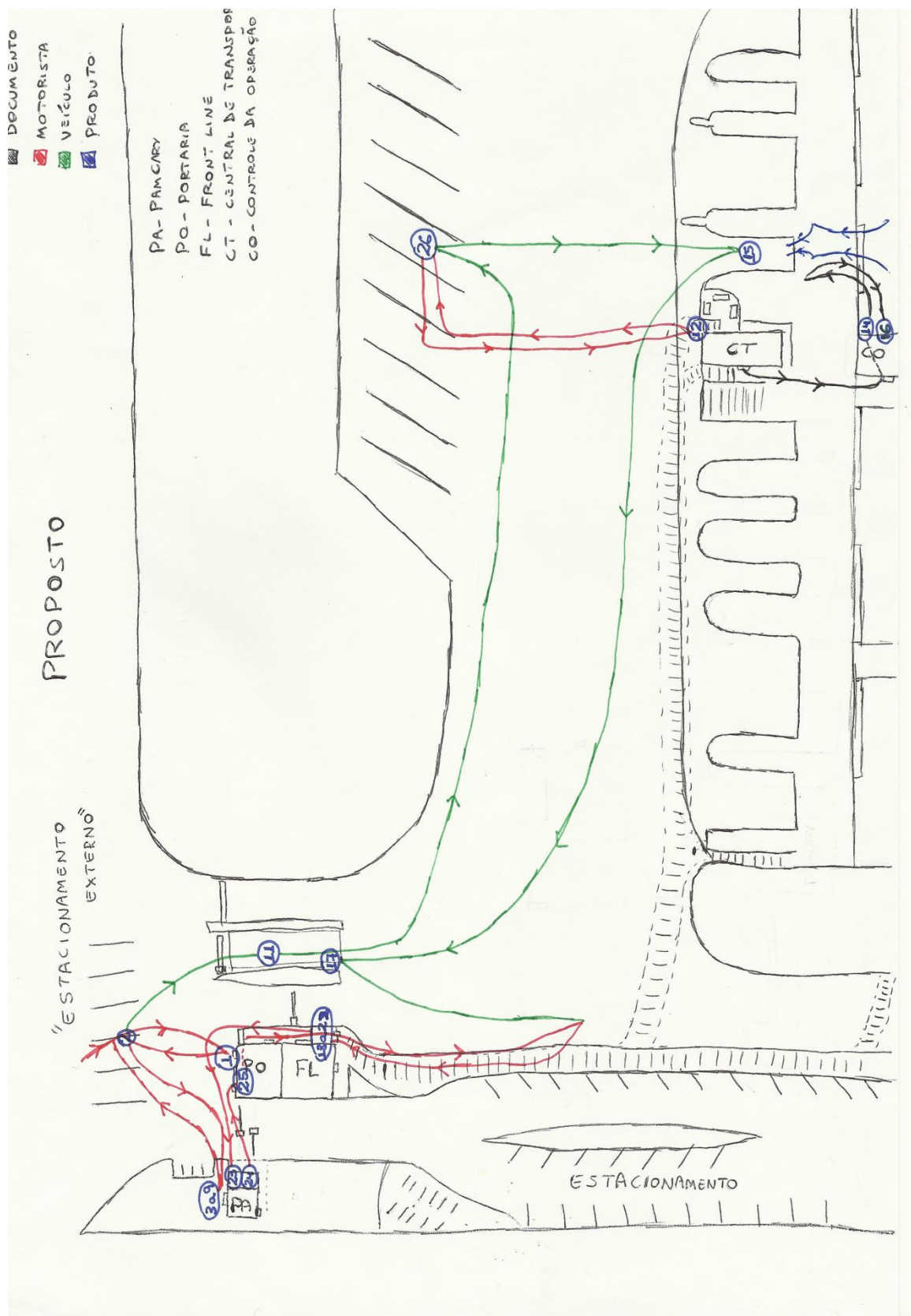


Figura 0-10 - Esboço do Fluxo proposto

ANEXOS

ANEXO A – Teste de aderência *Shapiro-Wilks*

Tal método consiste em seguir as seguintes etapas:

1. Formular as hipóteses:
 - a. H0: Os erros (desvios) das características seguem distribuição normal
 - b. H1: Os erros não seguem distribuição normal.
2. Escolher o nível de significância α ;
3. Análise estatística:

$$W_c = \frac{g^2}{SQE} ;$$

$$g = \sum_{i=1}^m a_{i,n} (e_{n-i+1} - e_i)$$

$$SQE = \sum_{i=1}^n e_i^2 ; e_i = x_i - \bar{x}$$

$$m = n/2 \text{ se } n \text{ é par e } m = (n-1)/2 \text{ se } n \text{ é ímpar}$$

Onde:

- $a_{i,n}$ são os coeficientes obtidos na tabela de *Shapiro-Wilk*;
 - n é o tamanho da amostra;
 - SQE é a soma dos quadrados do erro ou do resíduo;
 - Os valores dos erros são ordenados em ordem crescente, isto é, e_1 corresponde ao menor valor e e_n corresponde ao maior valor;
4. Conclusão: Se o valor de W_c for menor que o valor crítico W_i , obtido na tabela em função do tamanho da amostra (n) e significância α , rejeita-se a hipótese H0 e conclui-se que a amostra em estudo não segue a distribuição normal; caso contrário, aceita-se H0.

ANEXO B – Escala GUT**Tabela 11-1 - Escala para GUT**

	G Gravidade	U Urgência	T Tendência
1	dano mínimo	longuíssimo prazo	desaparece
2	dano leve	longo prazo	reduz-se ligeiramente
3	dano regular	médio prazo	permanece
4	grande dano	curto prazo	aumenta
5	dano gravíssimo	imediato	piora muito

ANEXO C - Planta do CD

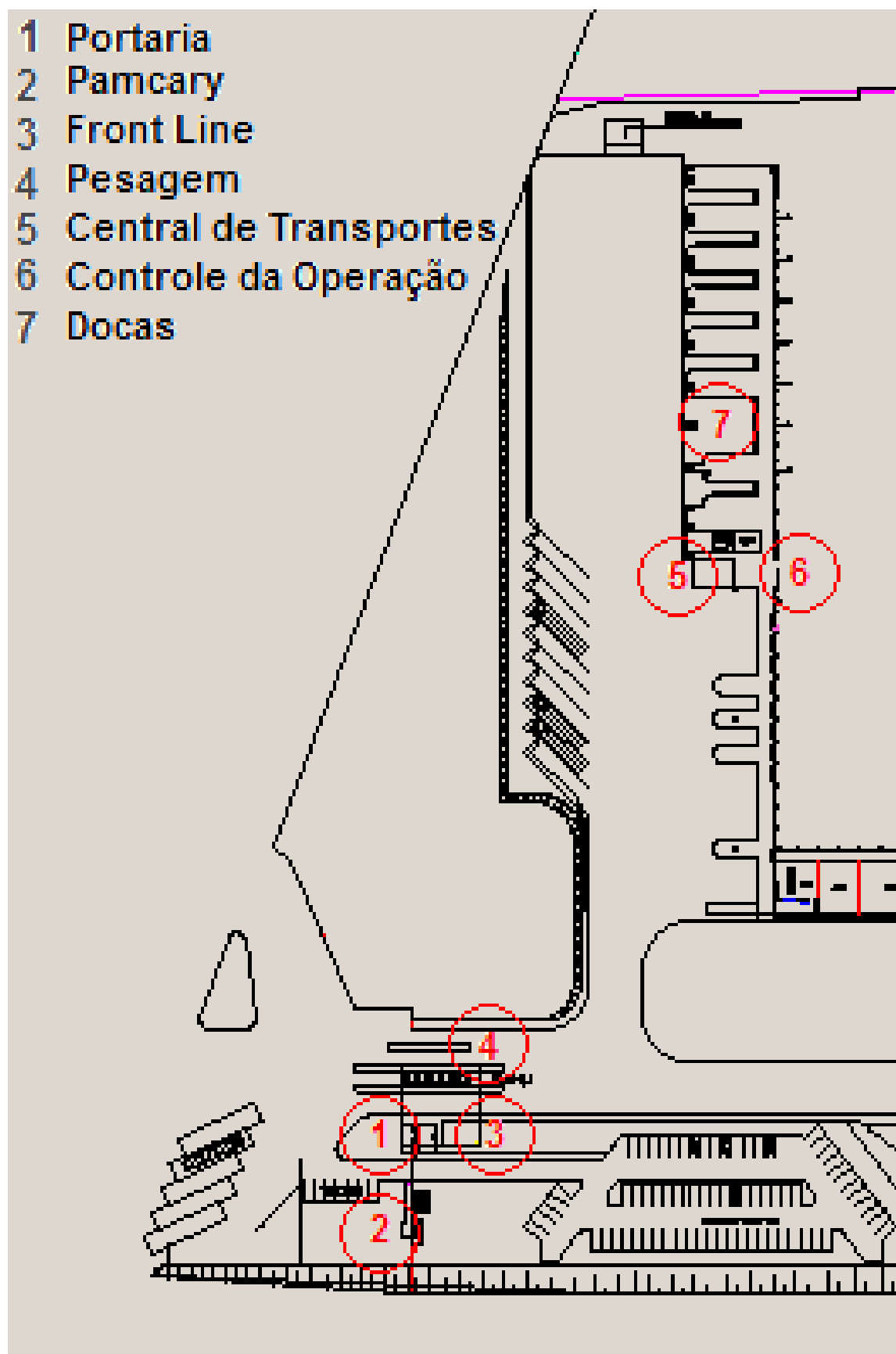


Figura 0-1 - Planta do CD com os locais do processo de expedição

ANEXO D – Método da Transformação Inversa

Para gerar a média e o desvio, foram criados os histogramas referentes aos valores das variáveis com as frequências acumuladas referentes. Após isso, foram gerados 1000 valores aleatórios, de 0 a 1, e estes valores foram plotados nos histogramas, e rebatidos nos valores correspondentes das variáveis, como na Figura 11-2, onde n corresponde ao número aleatório gerado, e rebatido ele se refere à variável x_4 . Após isso foram calculados os tempos de duração seguindo as variáveis referentes aos números aleatórios gerados, utilizando os coeficientes já calculados, e a média e o desvio se referem aos 1000 valores de tempos gerados através das variáveis aleatórias.

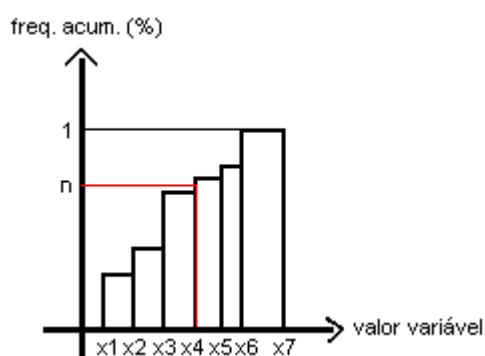


Figura 11-2 - Exemplo cálculo média através do histograma