

**FLAVIO ROBERTO DE TOLEDO SILVA JUNIOR**  
**HENRIQUE MARTINS CANDEIAS PONTES COELHO**  
**SUZANNE MIE AKABANE**  
**VINICIUS BRANDAO PIETRANTONIO**

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DO PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO E  
ENTREGA EM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DIRETA DE EMPRESA  
DE BEBIDAS**

Projeto de Formatura II apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo, no âmbito do Curso de Engenharia  
Civil

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Barbieri da  
Cunha

**SÃO PAULO**

**2015**



### Catálogo-na-publicação

Silva Júnior, Flavio Roberto de Toledo

Diagnóstico e análise do processo de distribuição e entrega em centro de distribuição direta de empresa de bebidas / F. R. T. Silva Júnior, H. M. C. P. Coelho, S. M. Akabane, V. B. Pietrantonio -- São Paulo, 2015.  
94 p.

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

1.Logística 2.Transportes de carga 3.Indústria de bebidas 4.Carga (Distribuição) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t. III.Coelho, Henrique Martins Candeias Pontes IV.Akabane, Suzanne Mie V.Pietrantonio, Vinicius Brandão

“Distribuição física é apenas uma maneira diferente de falar do ‘processo integral dos negócios’.”

(Peter Drucker, 1969)

“No passado a distribuição física (logística) era normalmente tida como a última fronteira para a economia de custos; hoje, porém, ela, é a nova fronteira para a geração da demanda.”

(Ronald H. Ballou)

## RESUMO

Distribuição é uma das mais desafiadoras questões da cadeia logística das empresas, e tem particular relevância tratando-se de mercados de produtos com baixo valor agregado. A Empresa de Bebidas estudada neste trabalho, parte da maior produtora de cerveja do mundo, tem um orçamento anual bilionário para seu processo de distribuição.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é reconhecer as principais questões relacionadas à distribuição, entender a *supply chain*, etapas, *stakeholders* e problemas. A partir disso, pretende-se realizar análises que identifiquem as causas dos problemas, e prover respostas sobre o efetivo impacto econômico de algumas soluções, como a aplicação da Ordem de Carga Palletizada por Entrega (um método de montagem de *pallets* baseado na sequência de entrega).

Para que se atingissem esses objetivos, foram feitos diagnósticos relacionados às etapas que compõem o processo de distribuição *outbound*, e bases de dados foram usadas para dar suporte a todas as conclusões.

Percebe-se que o trabalho tem uma natureza bastante prática, com análises quantitativas e qualitativas, essas últimas baseadas nas visitas do grupo à sede da Empresa de Bebidas, a dois Centros de Distribuição e um acompanhamento em rota para verificar os problemas diários enfrentados na entrega.

As conclusões são de que o OCP por Entrega não traz benefícios efetivos ao desempenho da distribuição, no caso, representado pelo tempo dispendido na entrega dos produtos. Se comparado ao tempo em rota, e sobretudo ao tempo de espera dos caminhões nos clientes, o tempo de descarga tem pouca representatividade na composição do tempo total das entregas, de modo que se entende existirem outras abordagens mais eficazes visando reduções nos custos logísticos.

Palavras-chave: Distribuição *outbound*. Entrega. Planejamento de rota. Roteirização. Ordem de carga. Empresa de Bebidas.

## ABSTRACT

Distribution is one of the most challenging processes in companies' supply chain, being particularly relevant in low-value-added products markets. The Brewing Company studied in this research, part of the world's largest brewery, has an 1,3 billion reais yearly budget for its distribution process.

In this context, this work's objective is to acknowledge the main issues related to distribution, understanding its supply chain, stakeholders and most critical problems. Hence, this work intends to provide several analysis addressing these problem's causes, and to provide answers about whether or not some solutions, such as the "*OCP por entrega*", potentially can bring as much benefits as it costs.

In order to achieve these goals, diagnoses were made related to the outbound distribution process as a whole, and operational performance data were used to support all conclusions drawn.

It can be seen that this is a strongly practical work, based on several quantitative and qualitative analysis – the latter ones based on many visits the group has made to the Beverage Company's headquarters, two of its distribution centers, and a route accompanying to verify personally the related daily problems.

The main conclusions were drawn stating that the "*OCP por entrega*" does not effectively bring benefits to the performance of the distribution process, which can be represented by the route time. When compared to the in-vehicle time and mainly to the waiting time, the unloading time – *OCP por Entrega's* focus of improvement – does not present a relevant participation in the total route time, in a way that it is understood that more efficient approaches than the *OCP por Entrega* aiming for time and capital savings are available.

Keywords: Outbound Distribution. Pallet Loads. Route planning.. Routing. Supply chain. Beverage company.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estrutura das bases de dados, com a descrição dos campos de informações. ....	30
Tabela 2. Exemplo de sequências de rota que levam à Classificação "A". ....	34
Tabela 3. Exemplo de sequências de rota que levam à Classificação "B". ....	35
Tabela 4. Porcentagem de composição da carga dos caminhões. ....	39
Tabela 5. Porcentagem de rotas "OK" e "Não OK" nas classificações A e B. ....	39
Tabela 6. Média e desvio padrão dos tempos de entrega de acordo com o tipo de carga. ....	41
Tabela 7. Média do tempo de entrega por caixa equivalente para os tipos de entrega Mista e Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B. ....	42
Tabela 8. Média do tempo de entrega por caixa equivalente para o tipo de entrega Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B. ....	43
Tabela 9. Por decil, quantidade de entregas e média de caixas equivalentes por entrega. ....	44
Tabela 10. Média do tempo de entrega por caixa, por decil analisado. ....	45
Tabela 11. Média dos tempos de entrega por caixa, na Classificação A, por decil. ....	46
Tabela 12. Média dos tempos de entrega por caixa, na Classificação B, por decil. ....	47
Tabela 13. Porcentagem de composição da carga dos caminhões na OCP por Montagem. ....	53
Tabela 14. Porcentagem de rotas "OK" e "Não OK" nas classificações A e B. ....	54
Tabela 15. Comparação entre média dos tempos de entrega por caixa do OCP por entrega e OCP por montagem. ....	54
Tabela 16. Comparação entre médias do tempo de entrega por caixa equivalente das OCPs por entrega e montagem, para os tipos de entrega Mista e Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B. ....	58
Tabela 17. Comparação entre médias do tempo de entrega por caixa equivalente das OCPs por entrega e montagem, para o tipo de entrega Só Descartável, dentro das classificações A e B. ....	59

Tabela 18. Por decil, quantidade de entregas e média de caixas equivalentes por entrega. ....	60
Tabela 19. Comparação entre média dos tempos de entrega or caixa, por decil, entre as OCPs por entrega e montagem. ....	61
Tabela 20. Comparação das rotas com e sem atraso nos quesitos tempo de espera total em relação ao tempo de entrega total e tempo de espera total. ....	74
Tabela 21. Porcentagem de entregas que não foram executadas na sequência correta, para as rotas com e sem atraso. ....	75
Tabela 22. Quantidade de repasses e porcentagem média de entregas com repasse (em relação às entregas totais). ....	77
Tabela 23. Carregamento, ocupação e número de entregas médio em relação às “rotas perfeitas” e “rotas imperfeitas”. ....	80
Tabela 24. Correlação entre a jornada líquida e o número de entregas, ocupação do veículo e caixas carregadas por rota. ....	82
Tabela 25. Comparação dos tempos reais em relação aos tempos estimados pelo Roadshow. ....	84
Tabela 26. Comparações do tempo estimado de rota pelo Roadshow e o tempo real medido. ....	85
Tabela 27. Por região, total de entregas feitas, atrasos, dados de notas fiscais, deslocamento e kilometragem. ....	86
Tabela 28. Dados de motoristas, número de entregas, atrasos, relação entre eles, ocipação dos caminhões. ....	88
Tabela 29. Número de entregas, ocupação e hectolitros carregados nos caminhões e a porcentagem de atrasos por motorista correspondentes. ....	91
Tabela 30. Total de rotas, atrasos, carregamento, ocupação e notas fiscais de acordo com a proporção de ajudantes para a Região 1. ....	92
Tabela 31. Total de rotas, atrasos, carregamento, ocupação e notas fiscais de acordo com a proporção de ajudantes para a Região 2. ....	93



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de jornada líquida dos motoristas e ajudantes no CDD de Guarulhos. ....	4
Figura 2. Esquema simplificado do processo logístico na empresa. ....	8
Figura 3. Exemplo de rota gerada pelo roteirizador visto durante visita à Central de monitoramento.....	15
Figura 4. Exemplo de pallets montados via OCP por entrega. Pode-se ver o mix de produtos e embalagens empilhadas de acordo com a ordem das entregas.....	17
Figura 5. Exemplo de pallets montados via OCP por montagem. Pode-se ver que os pallets contêm um único produto.....	19
Figura 6. Exemplo de tela de monitoramento. Pode-se ver as rotas de acordo com as matrículas dos caminhões. ....	21
Figura 7. Tratamento de devoluções ocorridas na Central de Monitoramento da Moóca (SP). ....	21
Figura 8. Esquematização da sequência do processo logístico. ....	22
Figura 9. Esquema da sequência da jornada dos motoristas num dia de trabalho. ....	22
Figura 10. Exemplo de rota regular sem ocorrência de devolução. ....	23
Figura 11. Exemplo de rota regular com ocorrência de devolução e seus desdobramentos. ....	23
Figura 12. Exemplo de descarregamento de baia de caminhão de Empresa de Bebidas. As caixas equivalentes são equivalentes às caixas da imagem. ....	24
Figura 13. Exemplo de problemas ocorridos na devolução devidos ao OCP por entrega. O ajudante/motorista deve buscar produtos da entrega atual que estão nas camadas inferiores a produtos que não foram entregues dentro do <i>pallet</i> .....	26
Figura 14. Painel da Central de Roteirização e Monitoramento da empresa que mostra a porcentagem de devoluções nas entregas ao longo do dia. ....	28
Figura 15. Esquema da composição do tempo de entrega de um PDV. ....	31
Figura 16. Histograma de frequência relativa: a porcentagem de rotas para cade porcentagem de entregas, para as rotas de Classificação A e B. ....	37

Figura 17. Histograma de frequência relativa para o tempo de entrega por caixa segundo o tipo de carga. ....	40
Figura 18. Histograma comparativo – Entregas Descartáveis – Decis 5 a 10..	49
Figura 19. Histograma comparativo – Entregas Descartáveis – Decis 1 a 4 ....	50
Figura 20. Histograma comparativo – Entregas Mistas/Descartáveis – Decis 5 a 10 .....	51
Figura 21. Exemplo ilustrativo de comparação entre distribuições.....	52
Figura 22. Histograma de frequência relativa por tipo de carga para a OCP por montagem. ....	55
Figura 23. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Só descartável.....	56
Figura 24. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Só retornável. ....	57
Figura 25. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Mista.....	57
Figura 26. Esquema da composição da duração da rota. ....	62
Figura 27. Gráfico da distribuição percentual da duração das etapas da entrega, considerado 12 segundos por caixa equivalente como tempo de descarregamento. ....	63
Figura 28. Gráfico da distribuição percentual da duração das etapas da entrega, considerado 24 segundos por caixa equivalente o tempo de descarregamento. ....	64
Figura 29. Gráfico da média da participação de cada etapa da entrega na duração total da rota. ....	64
Figura 30. Gráfico da frequência pela porcentagem média do tempo de espera por PDV.....	73
Figura 31. Gráfico da frequência da porcentagem de repasses por PDV.....	78
Figura 32. Frequência da porcentagem de repasses por PDV para PDVs com mais de 15 entregas.....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>PDV</b>	Ponto de Venda
<b>DPO</b>	Distribution Process Optimization
<b>CDD</b>	Centro de Distribuição Direta
<b>OCP</b>	Ordem de Carga Palletizada

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	1
1.1	Objetivo .....	3
1.2	Justificativa.....	4
1.3	Metodologia.....	5
2	O processo logístico na empresa .....	8
2.1	Comercial e financeiro.....	9
2.2	Roteirização .....	10
2.2.1	Métodos e objetivos da roteirização .....	11
2.2.2	<i>Inputs</i> da roteirização .....	11
2.2.3	Processo de roteirização .....	12
2.2.4	<i>Inputs</i> e bases do Roadshow e roteirização .....	12
2.2.5	<i>Outputs</i> do Roadshow / roteirização.....	13
2.3	Carregamento dos veículos .....	16
2.3.1	OCP por entrega.....	16
2.3.2	OCP por montagem.....	18
2.4	Sistema de entregas .....	19
2.4.1	Métodos de controle .....	19
2.4.2	Sequências do processo .....	22
3	Problemas levantados nas visitas .....	24
3.1.1	Descrição e análise dos acompanhamentos em campo.....	25
3.2	Problemas da distribuição .....	25
3.2.1	Devolução.....	25
3.2.2	OCP por entrega.....	25
3.2.3	Repasse .....	26

3.2.4	Não aderência .....	26
3.2.5	Motorista .....	27
3.3	Problemas do carregamento (OCP por entrega).....	27
3.4	Problemas da roteirização.....	27
4	Análise das bases de dados e avaliação da OCP por entrega .....	29
4.1	Descrição das bases de dados utilizadas .....	29
4.1.1	Limitações das bases de dados.....	31
4.1.2	Filtros aplicados nas bases de dados.....	32
4.2	Classificações utilizadas .....	33
4.3	Análise da OCP por entrega .....	38
4.3.1	Descrição do período com o uso da OCP por entrega .....	38
4.3.2	Comparação entre classificações .....	42
4.3.3	Divisão em decis por tamanho da entrega .....	44
4.3.4	Análise comparativa de histogramas .....	48
4.4	Comparação do período de OCP por entrega com o período de OCP por montagem.....	53
4.4.1	Descrição do período com o uso da OCP por montagem .....	53
4.4.2	Comparação entre classificações .....	58
4.4.3	Divisão em decis por tamanho da entrega .....	59
4.5	Análise da duração das etapas da rota .....	61
5	Conclusões .....	66
6	Referência Bibliográfica .....	69
7	Anexos .....	70
7.1	Análises da aderência e planejamento das rotas.....	70
7.1.1	Aderência .....	71
7.1.2	PDVs problemáticos .....	71

7.1.3	Rotas atrasadas e o tempo de espera.....	74
7.1.4	Aderência à sequência .....	75
7.1.5	Repasse .....	76
7.1.6	Rotas perfeitas.....	79
7.2	Planejamento .....	81
7.2.1	Parâmetros básicos .....	81
7.2.2	Diferença da quilometragem.....	83
7.2.3	Diferença no tempo de rota .....	84
7.2.4	Região .....	85
7.2.5	Motoristas .....	87
7.2.6	Ajudantes.....	91
7.3	Conclusões das análises de aderência e planejamento das rotas.....	93

# 1 Introdução

O presente trabalho propõe uma análise das atividades envolvidas na etapa de distribuição de produtos e da interação dessas entre si, desde a formação da carga dentro do armazém até o recebimento do produto pelo cliente final, a partir do estudo de caso do centro de distribuição de excelência de uma grande fabricante do setor de bebidas.

A Empresa de Bebidas, terceira maior empresa brasileira privada, possui um market share extremamente significativo no ramo de Bebidas. Possui uma tipologia de produtos enorme e diversificada e é uma empresa extremamente focada em sendo muito bem-sucedida nisso. A Empresa de Bebidas é a maior produtora de Bebidas da América Latina. A Empresa de Bebidas é um ramo da Empresa de Bebidas Internacional, que após fusões e aquisições torna-se hoje a maior produtora de cerveja do mundo, com mais de 160 mil funcionários e operações em 140 países.

Em 2012, a companhia produziu cerca de 170 milhões de hectolitros no Brasil, que foram distribuídos para cerca de um milhão de pontos de venda. Devido à elevada quantidade de pontos a serem atendidos, os custos logísticos da distribuição são significativos.

A racionalização de um processo anterior à roteirização que permita a geração de rotas mais curtas e que necessite de menos caminhões pode trazer uma redução nos custos logísticos. Considerando a magnitude das operações logísticas da Empresa de Bebidas, essa redução de custos pode trazer ganhos financeiros à empresa.

Apenas para se introduzir números, a empresa possui, para a Grande São Paulo, um orçamento aproximado de 1,3 bilhão de reais para custos de distribuição, 250 milhões de reais para custos de armazém (Centro de Distribuição). São cerca de 600 mil clientes na Grande São Paulo contando com 7 mil veículos (caminhões) para atendê-los.

O objetivo final, por trás dos citados na próxima seção, é reduzir, otimizar e melhorar a área de logística de forma a permitir a redução desse orçamento. Além disso, eventuais soluções de problemas em São Paulo podem ser úteis para todo o

funcionamento da empresa em outros estados e municípios, criando então uma macro otimização da empresa em nível nacional e possivelmente internacional. Isso é possível pois o CDD Guarulhos é considerado um centro de excelência e é onde são feitos testes de novos procedimentos e tecnologias que, caso exitosos, são implantados em outros CDDs.

A análise visa, num primeiro momento, identificar e compreender os principais processos envolvidos na etapa de distribuição, buscando entender ainda as particularidades associadas à natureza dos produtos e de sua variedade e ao perfil dos clientes atendidos, e como estas influem no planejamento dos processos analisados e em sua execução.

Na sequência, buscou-se identificar os principais trade-offs existentes no planejamento operacional da etapa de distribuição e então diagnosticou-se a operação atual a partir destes trade-offs, avaliando de forma qualitativa o impacto das posições adotadas pela empresa frente aos principais conflitos envolvidos neste planejamento.

Concluído o diagnóstico, fez-se necessária a quantificação do impacto associado às diferentes posições possíveis frente a cada conflito, bem como a definição de parâmetros a serem utilizados como indicadores operacionais para análise comparativa de diferentes possibilidades.

Tendo em vista a descrição – lógica/qualitativa, num primeiro momento, e matemática/quantitativa, num segundo momento - da interação entre as diferentes atividades e a quantificação da qualidade da operação, através dos indicadores elencados, o objetivo final do trabalho tratará de propor soluções para um uso mais eficiente e eficaz dos recursos empregados no processo de distribuição.

Cabe aqui ressaltar que, novamente como numa consultoria realizada, o grupo procura também a “satisfação do cliente”, isto é, o grupo procura soluções tangíveis e exequíveis para a empresa. Busca-se, assim, soluções e diagnósticos que possam ser resolvidos pela empresa sem alterar seu status quo - que é ser uma potência em vendas. Com isso, quaisquer análises que esbarraram no tema comercial foram apenas apontadas, e não propostas como alternativas de solução dado que o cliente sabidamente não poderia fazer uso delas pela sua tática estratégica de negócios.



## 1.1 Objetivo

A disciplina do Trabalho de Formatura para Engenharia Civil consiste no desenvolvimento de Trabalho Orientado em grupos sobre tema escolhido pelos alunos e aprovado pelo orientador. O Trabalho cobre escopo multidisciplinar na Engenharia Civil, englobando sobretudo assuntos das áreas de Engenharia de Transportes, focando em assunto de interesse do grupo. Todos os trabalhos percorrerão os seguintes tópicos: Aspectos Organizacionais, Institucionais e Ambientais; Planejamento; Projeto. Além da orientação direta do trabalho, há reuniões com consultores ou com empresas e instituições envolvidas na questão.

Ao longo do ano os objetivos do trabalho foram rediscutidos. Inicialmente, foi apresentada a problemática da não aderência à sequência de rota por parte dos motoristas, e buscou-se alguma solução em torno desse problema. Após visitas técnicas e reuniões de alinhamento, ficou definido como escopo do Trabalho de Formatura I diagnosticar os problemas da distribuição da Empresa de Bebidas, de forma a combater o atraso das rotas e melhorar a previsão da etapa de roteirização.

Assim, por meio de análises de bases de dados das entregas de um período de quatro meses objetivou-se verificar a existência de rotas problemáticas, ou outras causas que gerassem o atraso ou a não aderência à sequência preestabelecida pela roteirização. Ficou estabelecido que o objetivo até o final do ano era encontrar meios de diminuir a elevada dispersão entre o tempo previsto e o realizado para as rotas de entrega. Essas análises e suas respectivas conclusões estão em anexo.

Já no Trabalho de Formatura II, mudanças internas na Empresa de Bebidas enveredaram as análises do grupo para outro lado. O objetivo deste trabalho é descobrir, por meio de análises, se vale a pena realizar a montagem dos pallets nos Centros de Distribuição utilizando o método da OCP por entrega. O objetivo é ainda verificar o quão significativo é o benefício de sua aplicação, e quais eventuais problemas devem ser atacados.

Além da resposta ao questionamento atual, este Trabalho objetiva ser uma fonte de conhecimentos práticos de um processo de distribuição. Apesar das problemáticas

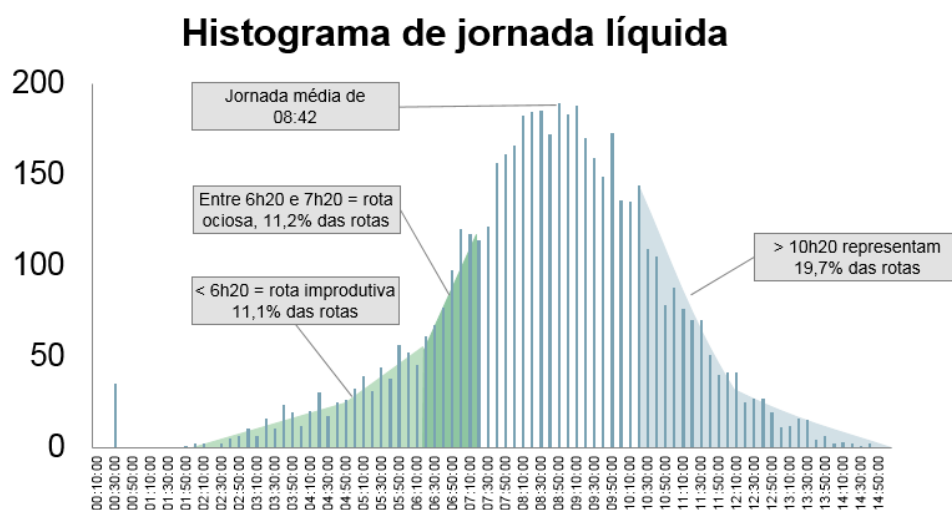
aqui levantadas, o processo de distribuição da Empresa de Bebidas é tomado como referência no Brasil e no mundo, portanto é um ótimo exemplo de melhores práticas. Espera-se que o trabalho contribua com conhecimentos sobre como funciona o processo de entrega, roteirização, distribuição, e análises correlatas.

## 1.2 Justificativa

Sendo o escopo desse trabalho a análise de problemas da distribuição de uma Empresa de Bebidas, é importante entender o que motiva o entendimento do problema.

Analizando somente o CDD de Guarulhos, observa-se que há uma forte preocupação em manter a jornada líquida abaixo de 10h20, que é o limite permitido de acordo com a legislação trabalhista. Jornadas que duram mais que do que o permitido podem trazer implicações trabalhistas para a empresa.

Sabendo as implicações dos atrasos, é importante compreender a magnitude do problema, ou seja, a frequência com que acontece. Analisando uma série de dados fornecidos com todas as entregas feitas entre 03/01 e 30/05 de 2015, observou-se o seguinte histograma da jornada líquida.



**Figura 1. Histograma de jornada líquida dos motoristas e ajudantes no CDD de Guarulhos.**

A distribuição se aproxima muito de uma curva normal, com média 08:42. O ponto principal desse gráfico é o fato de que 19,7% das rotas feitas no período analisado atrasaram. É uma porcentagem muito alta para algo que pode ter implicações sérias para a empresa e que não deveria acontecer, logo há um espaço grande para melhorias no processo de distribuição.

Assim, justifica-se o porquê deste trabalho ser focado na distribuição. Várias hipóteses foram analisadas para compreender os fatores causadores dos atrasos na primeira parte do trabalho. Elas estão em anexo.

Dos fatores mais relevantes, foi focado na segunda parte do trabalho a questão da análise do benefício da utilização da OCP por entrega na montagem de carga nos CDDs da Empresa de Bebidas. Isso gera invariavelmente alguma contribuição para a tentativa de diminuição de atrasos.

Além de ser um estudo relevante para a Empresa de Bebidas, o projeto também proporciona aos alunos a possibilidade de aplicar conceitos teóricos em uma empresa de grande porte, fazendo o elo entre a teoria e a prática. Em resumo, a elaboração desse trabalho se justifica pela contribuição ao estudo da logística, sobretudo na parte de distribuição de mercadorias.

As condições de um mercado pulverizado geograficamente, heterogêneo, com uma demanda de SKU's bastante variada, fazendo uso de uma frota numerosa, e com uma cadeia de produção-distribuição complexa facilitam a abrangência e universalidade das respostas encontradas. Com isso, pode-se aplicá-las em diferentes cenários brasileiros com boas chances de sucesso. Além disso, o trabalho pode ser utilizado como embasamento para outros estudos, por meio da metodologia adotada e das ferramentas utilizadas para análise.

### 1.3 Metodologia

A Metodologia deste trabalho consiste num processo semelhante ao de uma consultoria na área de logística de distribuição. Os alunos foram inicialmente convidados para uma reunião dentro da empresa, no setor de logística, onde uma introdução do tema e das problemáticas foram apresentadas. Após esse primeiro

contato, foi possível então estabelecer um canal de comunicação entre o grupo e a equipe da Empresa de Bebidas, em diversos níveis: equipes no Centro de Distribuição de Guarulhos, no Centro de Distribuição e parte da sede da Empresa de Bebidas na Mooca, em São Paulo.

Assim, para que os alunos pudessem ter um olhar crítico sobre os elementos, a equipe da Empresa de Bebidas recomendou que o grupo fizesse visitas ao Centro de Distribuição, acompanhasse as entregas de Bebidas desse centro e analisasse os processos logísticos de roteirização e monitoramento sem terem sido apresentados a esses previamente, e sobretudo às suas problemáticas. O foco então foi acompanhar o dia-a-dia da empresa.

O grupo então realizou algumas visitas ao Centro de Distribuição de Guarulhos, onde acompanhou o carregamento, *picking* e preparação dos caminhões para a entrega, os processos de otimização que estão em fase de implantação, e a distribuição em si numa rota, acompanhando o motorista em suas entregas. Visitou-se também o Centro de Distribuição da Mooca, onde localiza-se escritório de logística e também onde se faz o processo de roteirização, monitoramento dos caminhões em distribuição.

A partir daí, foi possível então analisar boa parte do processo, fazer questionamentos, entender os problemas, a cadeia de processos logísticos e por fim, com finalmente uma base de dados fornecidas após essas visitas, poder traçar diagnósticos mais precisos (embasando o visto na prática confrontado com teorias logísticas e o real no banco de dados) e iniciar encaminhamentos de soluções.

Tudo isso só foi possível com o apoio da empresa em diversos níveis, com funcionários que foram extremamente solícitos a questionamentos, e procuraram fortemente ensinar o que sabiam ao grupo. Com o amparo teórico, experiente e único do professor orientador do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da USP, Prof. Dr. Cláudio Barbieri da Cunha, foi possível analisar profundamente as questões e possuir discernimento entre quais problemas logísticos deveriam receber maior atenção do grupo.

Finalmente, como produto da então “consultoria”, o grupo apresenta à empresa seus diagnósticos feitos e propõe-se a analisa-los de uma forma que geralmente, mesmo que capacitados para tal, os funcionários da própria empresa não o fariam por falta

de tempo. Permite-se assim que ambos lados recolham muitos frutos desse trabalho.

## 2 O processo logístico na empresa

No contexto logístico empresarial, saber onde, quando, como, o que comprar e quanto, assim como a maneira de se transportar ou armazenar pode ser um fator decisivo em relação a competitividade de um produto ou serviço. Alocar os recursos corretos de forma a minimizar os gastos e maximizando a qualidade de serviço é fundamental.

Em logística, as atividades primárias são normalmente divididas em: transporte, manutenção do estoque e processamento dos pedidos. Este trabalho possui como foco principal a etapa *outbound* da cadeia de suprimentos – mais especificamente, à etapa de distribuição do produto ao cliente.

O processo logístico *outbound* da empresa analisada é dividido em 4 etapas, descritas na figura 3, sendo o escopo deste trabalho analisar detalhadamente somente a última. Entretanto, é de suma importância compreender as etapas anteriores, a fim de se entender o problema de forma plena, e consequentemente, o diagnóstico e as soluções propostas serão mais completos, sem perder a validade, sob um ponto de vista mais sistêmico da operação logística.



**Figura 2. Esquema simplificado do processo logístico na empresa.**

Assim, cada etapa será detalhada de acordo com as observações e entrevistas feitas durante visitas realizadas às instalações da empresa e no acompanhamento da distribuição e planejamento.

## 2.1 Comercial e financeiro

É importante ressaltar que não houve de fato uma visita específica ao departamento comercial, de vendas ou à área financeira da empresa. Assim, as informações aqui contidas foram adquiridas por meio de relatos de funcionários das partes de carregamento e distribuição.

Além disso, procurou-se evitar o aprofundamento das análises nessa área, pois, por se tratar de uma empresa que valoriza muito as ações comerciais de seus vendedores, as análises feitas focam em outras áreas que não entram em conflito com o a parte de vendas da empresa, além de fugir, de certa forma, do escopo deste trabalho que é a distribuição.

A função principal deste departamento para o processo logístico é a venda dos produtos a serem entregues e o repasse dos pedidos e seus respectivos compradores para os centros de distribuição. A partir do fechamento das vendas, os pedidos são processados pelo departamento de roteirização que seleciona os clientes a serem atendidos por cada motorista, formando, assim, as rotas. Estas rotas então são enviadas para o Centro de Distribuição Direta (CDD), que recebe os mapas da rota de cada caminhão, junto com os produtos a serem carregados.

Durante as visitas, pôde-se concluir que a área comercial tem maior influência na logística da empresa em duas etapas. A primeira seria em relação ao dimensionamento da frota a qual é feita a partir da quantidade de pedidos feitos pelo setor de vendas para o CDD, sem o intermédio da roteirização. Esse dimensionamento ocorre mensalmente, com revisão quinzenal, possibilitando que o CDD tenha uma estimativa da quantidade de caminhões necessários para atender os pedidos a cada mês.

Cada frota é dimensionada com base em sua capacidade média de transporte quantificada em hectolitros. Caso a demanda de um determinado dia ultrapasse a capacidade do mês correspondente, cabe ao CDD decidir a melhor forma de como prosseguir nessa situação, podendo até ocorrer o não atendimento dos pedidos excedentes, sem a participação da área comercial.

Somado a isso, o departamento de vendas influencia também durante a distribuição em casos onde haja devolução. Neste tipo de situação, o motorista é impossibilitado de concluir a entrega, seja por que o Ponto de Venda (PDV) não estava aberto ou por outros motivos. O setor comercial então entra em contato com o cliente para saber o motivo da devolução e marca outro horário para que a entrega seja feita, gerando assim o chamado repasse.

Durante uma das rotas acompanhada pelo grupo, foi possível observar um procedimento diferente em relação a devolução. Apesar do monitoramento estar ciente da devolução na mesma hora do ocorrido, o próprio motorista entrou em contato com o cliente e marcou o repasse, sem a necessidade do departamento de vendas. Isso demonstra a informalidade presente da relação entre os motoristas e os clientes no processo da distribuição que, mesmo auxiliando na agilidade da solução da devolução neste caso, pode ocasionar possíveis perdas de eficiência.

## 2.2 Roteirização

A roteirização tem como responsabilidade o planejamento operacional da distribuição, o que envolve entregas, coletas, atendimentos, além de outros serviços, o que gera um grande impacto no processo logístico como um todo.

Uma possível definição para esse processo é dada por CUNHA, C. B. (2006, pag. 125):

O problema de *roteamento* (ou *roteirização*) de veículos (do inglês americano "*routing*" ou britânico "*routeing*") consiste em determinar o(s) roteiro(s) para atendimento de um conjunto de pontos, buscando minimizar o custo total e assegurando que cada ponto seja visitado exatamente uma vez e a demanda em qualquer roteiro não exceda a capacidade do respectivo veículo. Em outras palavras, quais atendimentos (coletas, entregas, ou visitas de serviço) devem ser alocados a cada veículo de uma frota disponível, e qual o roteiro (ou sequência de paradas) de cada veículo, de forma a minimizar o custo total do serviço, geralmente composto da soma ponderada dos custos fixos e dos



custos proporcionais à distância percorrida pelos veículos e ao tempo de viagem.

### 2.2.1 Métodos e objetivos da roteirização

Em empresas de grande porte como a empresa estudada, este processo é feito por meio de softwares computacionais que utilizam métodos matemáticos programáveis. Tais softwares solucionam o problema de atendimento dos pontos de demanda a partir de restrições como capacidade de ocupação dos veículos, capacidade de peso dos veículos, que não necessariamente é atingido junto com a ocupação, limite da jornada de trabalho dos motoristas de 10h20, sendo 9h20 devido ao horário de almoço.

### 2.2.2 *Inputs* da roteirização

Durante esta etapa, o software roteirizador possui como *inputs* os seguintes parâmetros:

1. Número de veículos disponíveis
2. Pontos de parada para cada rota
3. Total de produtos de cada PDV
4. Volume máximo dos caminhões: no caso do CDD de Guarulhos, cada caminhão possui 8 ou 10 baias, sendo cada baia ocupada por um *pallet*. Cada *pallet* tem capacidade de armazenar 84 dúzias de produto, sendo 2 dúzias correspondentes a uma caixa equivalente. Assim, mesmo com a variação de volume existente entre os diferentes tipos de produtos, estes podem ser convertidos para unidades de caixas equivalentes.
5. Peso máximo dos caminhões: este parâmetro é inserido por motivos de segurança durante a rota, pois é mais difícil para o motorista controlar o caminhão com peso excessivo, e de manutenção, evitando o desgaste precoce da estrutura do veículo.

6. Tempo em rota: este parâmetro está relacionado com a jornada máxima de trabalho de 10h20 e é constituída de 30 minutos para liberação e conferência matinal, 8h20 em rota, contado desde a saída até a volta do veículo para o CDD, 1 hora de almoço do motorista, e 30 minutos para coferência no retorno do caminhão ao CDD.

### 2.2.3 Processo de roteirização

O processo inicia-se com o recebimento dos clientes a serem atendidos e respectivos produtos a serem entregues, vendidos pelo setor comercial e reavaliados pelo CDD em relação a sua capacidade de frota, ao final do expediente.

A partir desse momento, a equipe de roteirização insere estes dados no *software* Roadshow. Este software então separa os PDVs em rotas a serem seguidas por cada caminhão, minimizando os custos e respeitando as restrições de peso e volume dos caminhões, e o tempo total em rota. O custo calculado pelo software é baseado no valor fixo mensal que a empresa paga à transportadora, que corresponde à média de combustível consumido pelo caminhão. Logo, a minimização do custo ocorre pela minimização do percurso.

### 2.2.4 Inputs e bases do Roadshow e roteirização

Além das limitações citadas anteriormente, o software também possui as seguintes informações:

- Tempo de descarregamento por caixa equivalente: valor calculado pela estimativa de 12 segundos por caixa equivalente.
- Mapa da região com ruas
- Horários de pico do trânsito
- Quantidade de produtos a serem carregados
- Peso dos produtos a serem carregados
- Número de caminhões disponíveis

- Fator ajudante (na roteirização igual a 1,0): corresponde ao número de ajudantes no caminhão que influencia a velocidade de descarga dos produtos. Na roteirização é padronizado 1,0, porém em certos casos pode variar entre 0 e 2.
- Jornada horária máxima dos motoristas
- Regiões do mapa: estão relacionados normalmente aos bairros atendidos pelo CDD. No caso de Guarulhos, são a região do centro de Guarulhos, Itaquapecetuba e Arujá.
- Equipes de motoristas por região: normalmente os motoristas atuam sempre na mesma região, podendo atender também as regiões vizinhas, se necessário. Este vínculo ocorre por meio da placa do veículo que corresponde a um motorista e sua região.
- Tipo do caminhão de entrega: como a empresa atua em diversos territórios do país, são utilizados diferentes tipos de veículos. Porém, no caso de Guarulhos, utiliza-se normalmente somente um tipo que comporta até 8 *pallets*.
- Restrições de circulação do tipo do caminhão no mapa: esta restrição é normalmente devido às leis de trânsito da região.
- Previsão para almoço dos motoristas de uma hora
- Horário de funcionamento dos PDVs: não há esta informação para todos os PDVs, pois tenta-se trabalhar com janelas de inconveniência a fim de minimizar a complexidade do cálculo.
- Localização dos PDVs

#### 2.2.5 *Outputs* do Roadshow / roteirização

O resultado gerado pelo Roadshow é um documento chamado de “mapa”, para cada caminhão, que possui as seguintes informações:

- Carga do veículo
- Sequência de entrega do veículo
- Rota a ser percorrida pelo veículo

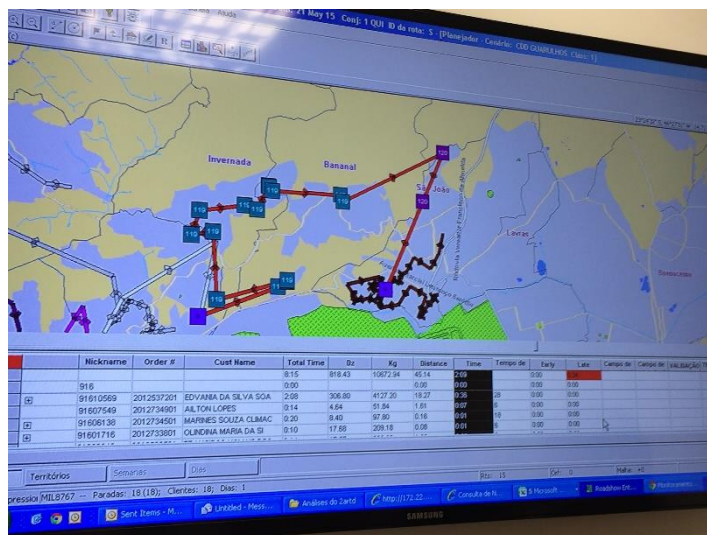
- Tempo de início de rota
- Tempo de término de rota
- Motoristas e ajudantes correspondentes ao caminhão

Idealmente, o software deveria ser capaz de gerar todas as rotas por conta própria, sem o auxílio de um analista. A equipe de roteirização deveria somente verificar as rotas geradas a fim de evitar incongruências. Dessa maneira, haveria mínima necessidade do aprimoramento manual, e aumentando a folga dos prazos na cadeia logística.

Contudo, estima-se que quase metade das rotas necessitam de calibração manual, o que gera uma série de problemas. Tal fato é causado principalmente pela limitação do software em receber novas restrições como a janela de horários dos clientes, devendo ser feita de maneira manual. Além disso, os funcionários responsáveis por esta calibração não possuem um algoritmo unificado a seguir, baseando-se em somente sua experiência. Portanto, estes responsáveis não buscam a eficiência da entrega, mas sim a garantia de atendimento.

Foi averiguado, ainda, qual a postura dos roteirizadores em relação ao dimensionamento das rotas. É possível seguir duas posturas distintas:

- O tempo total de rota é planejado de modo a estimular os motoristas a serem mais eficientes, e, portanto, pode ser frequentemente superado, mesmo sem a presença de anomalias?
- O tempo total de rota é planejado de modo a contemplar uma "folga", que não deve ser ultrapassada para não criar problemas com a jornada líquida do motorista e assim incorrer em maiores custos trabalhistas?



**Figura 3. Exemplo de rota gerada pelo roteirizador visto durante visita à Central de monitoramento.**

Roteiriza-se, no entanto, sempre visando o limite do tempo permitido (as rotas são planejadas balizadas nas máximas 10h20 de trabalho dos motoristas/ajudantes - 9h20 somadas a 1h de almoço). As dispersões de tempo que existem entre o tempo de rota gerado pelo Roadshow e o realizado podem ocorrer devido à produtividade da equipe ou ineficiência de planejamento (trânsito, sequência e etc.). Ou seja, as rotas não são otimizadas porque não estimulam eficiência, em, pelo menos, metade delas.

Ainda sobre as rotas serem feitas manualmente, não se distingue em nenhuma base de dados quais rotas foram feitas manualmente e quais foram geradas pelo Roadshow. Não se pode concluir, portanto, o quanto as rotas manuais são menos eficientes que as geradas pelo software.

Como todo o processo começa no fim da tarde, após o fechamento das entregas a serem feitas no dia seguinte, é importante que não haja atrasos, uma vez que o carregamento dos caminhões durante a madrugada depende da execução da roteirização. Sem a informação da carga de cada caminhão, a equipe do carregamento no CDD não consegue realizá-lo. Assim, conforme vão se fazendo as rotas, a equipe de roteirização envia à equipe de carregamento, de modo a iniciar a formação da carga dos caminhões cuja rota está pronta.

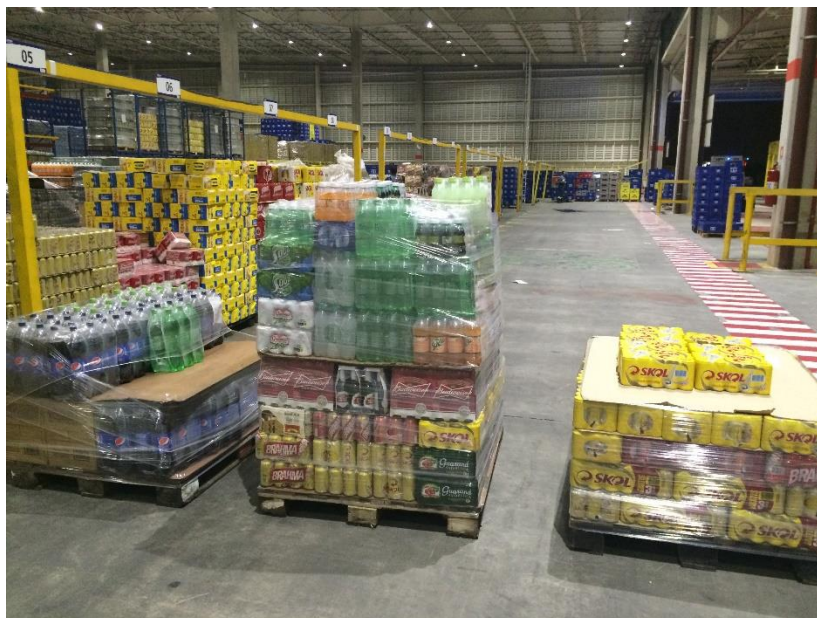
## 2.3 Carregamento dos veículos

### 2.3.1 OCP por entrega

Após o fechamento dos pedidos e definição das rotas a serem seguidas, o carregamento dos produtos nos caminhões pode ter início. A Ordem de Carga Paletizada (OCP) por Entrega, foi implantada no início de 2015 como uma alternativa de carregamento.

Tal método consiste na montagem dos *pallets* de acordo com a ordem que os produtos serão entregues. Dessa forma, os itens a serem descarregados no primeiro cliente correspondem aos que estão no topo do *pallet*, enquanto que as entregas seguintes correspondem às camadas de produto logo abaixo, até chegar na última camada e, conseqüentemente, no último PDV.

As vantagens da OCP por Entrega se baseiam no fato de que os motoristas e ajudantes terão maior facilidade na descarga de uma entrega uma vez que os produtos a serem entregues estarão agrupados e no topo do *pallet*. Desse modo, não precisam buscar os SKUs em *pallets* diferentes, aumentando o tempo de descarga.



**Figura 4. Exemplo de pallets montados via OCP por entrega. Pode-se ver o mix de produtos e embalagens empilhadas de acordo com a ordem das entregas.**

Deve-se ressaltar que tal situação é muito dependente do cumprimento da ordem de entrega imposta pela rota planejada, invalidando os aspectos positivos caso haja alguma mudança na ordem de entrega. Essas mudanças podem ser causadas por diversos fatores, como a ausência de um representante do PDV que possa receber a entrega, ou critérios subjetivos por parte do motorista que o faz optar por seguir outra sequência. Nesta nova situação, a carga que se encontra no topo do *pallet* não corresponde necessariamente à próxima entrega, de modo que esta se torna um impedimento no descarregamento, necessitando o descarregamento do *pallet* e posterior recarregamento.

Se por um lado pode ter um impacto positivo na distribuição, a OCP por Entrega impacta de maneira negativa a etapa de carregamento dos caminhões no armazém (etapa *inbound*). Como cada *pallet* é montado seguindo a ordem das entregas naquele *pallet*, sua montagem se torna muito complexa, uma vez que um *pallet* nunca será igual ao outro e suas camadas podem apresentar mais de um tipo de produto. Assim, o processo de montagem e carregamento acaba demorando mais, o que implica em maiores custos com pessoal e controle.

### 2.3.2 OCP por montagem

Outra forma de se fazer o carregamento dos caminhões é seguindo a Ordem de Carga Paletizada (OCP) por Montagem, a qual, diferentemente da OCP por Entrega, tem o intuito de facilitar o processo de montagem de *pallets*.

Na OCP por Montagem, os produtos a serem entregues são agrupados por SKU e alocados nos *pallets* em camadas do mesmo produto. Dessa forma, o processo de carregamento se torna mais simples e ágil, diminuindo as chances de atraso nesta etapa e implicando em menores custos. São necessários menos funcionários para montar os *pallets* e os processos de controle são mais simples.

Porém, esta forma de carregamento, na teoria dificulta a etapa de entrega dos produtos. Devido à aglomeração dos mesmos tipos de produtos e ao seu empilhamento, ocorre em maior frequência a necessidade do desmancho do *pallet* quando um bloco de produtos está acima do outro e, em muitos casos, o motorista necessita consultar mais de um *pallet* a fim de recolher todos os itens da entrega. Tais dificuldades podem aumentar a complexidade do descarregamento e aumenta o tempo total gasto. Essa diferença entre os dois tipos de carregamento será comparada neste trabalho, visando compreender o impacto da OCP por entrega no tempo de descarga.





**Figura 5. Exemplo de pallets montados via OCP por montagem. Pode-se ver que os pallets contêm um único produto.**

## 2.4 Sistema de entregas

### 2.4.1 Métodos de controle

Os métodos de controle feitos pela parte administrativa são:

- Checklist – feita semanalmente seguindo o esquema “*coaching 3 a 3*” (acompanha-se 3 motoristas em 6 entregas – nas 3 primeiras observa-se seu comportamento e nas outras 3 atua-se corretivamente);
- Gabarito de Segurança em Distribuição (GSD) – reunião semanal todas as quartas-feiras;
- Reunião de planejamento – semanalmente de acordo com o DPO (*Distribution Process Optimization*)
- Reunião de planejamento: diária envolvendo os seguintes assuntos:
  - análise do resultado da véspera;
  - planejamento do dia;
  - SDG – reunião mensal analítica de resultados;

Enquanto que os controles durante a operação são:

- Matinal – reunião de até 10 minutos com motoristas e ajudantes que envolve os seguintes assuntos:
  - Treinamentos de normas de segurança;
  - Indicadores de resultados;
- *Tracking* – aplicativo instalado no smartphone de cada motorista, no qual ele insere:
  - Chegada e saída no PDV;
  - Entrega realizada no PDV;
  - Devolução (caso exista);
- Central de monitoramento (Mooca):
  - Análise de motivos de devolução/cancelamento (interface com comercial).
  - Alinhamento de repasse

Na **Figura 5** a seguir pode-se ver uma tela do monitoramento das rotas, em que a lista de caminhões aparece e os símbolos que seguem mostram cada PDV visitado. Para exemplificar, as bolas verdes marcam entrega realizada; as vermelhas, devoluções; e as amarelas, repasses.

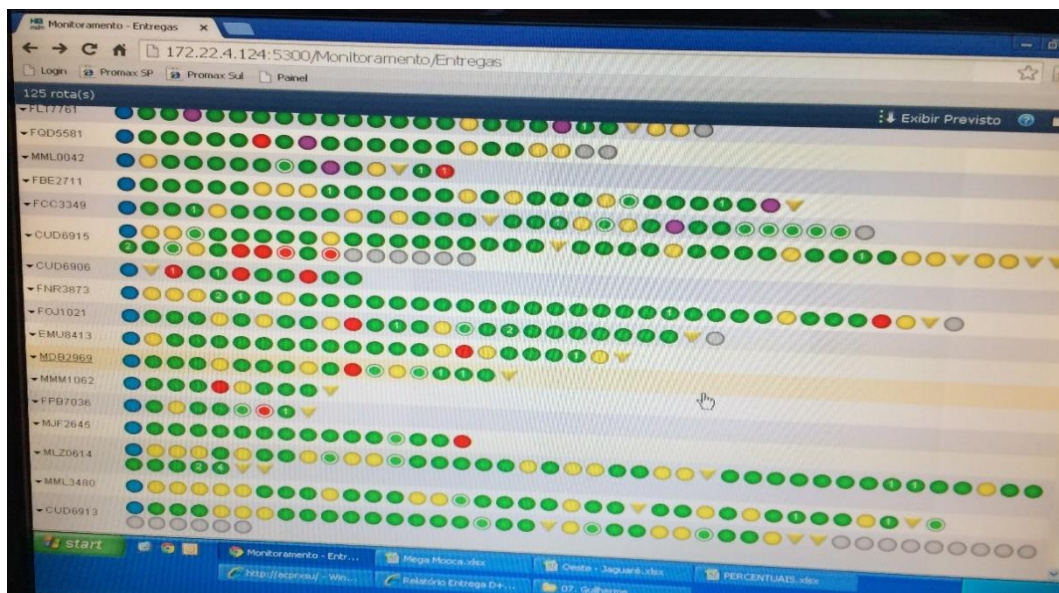


Figura 6. Exemplo de tela de monitoramento. Pode-se ver as rotas de acordo com as matrículas dos caminhões.

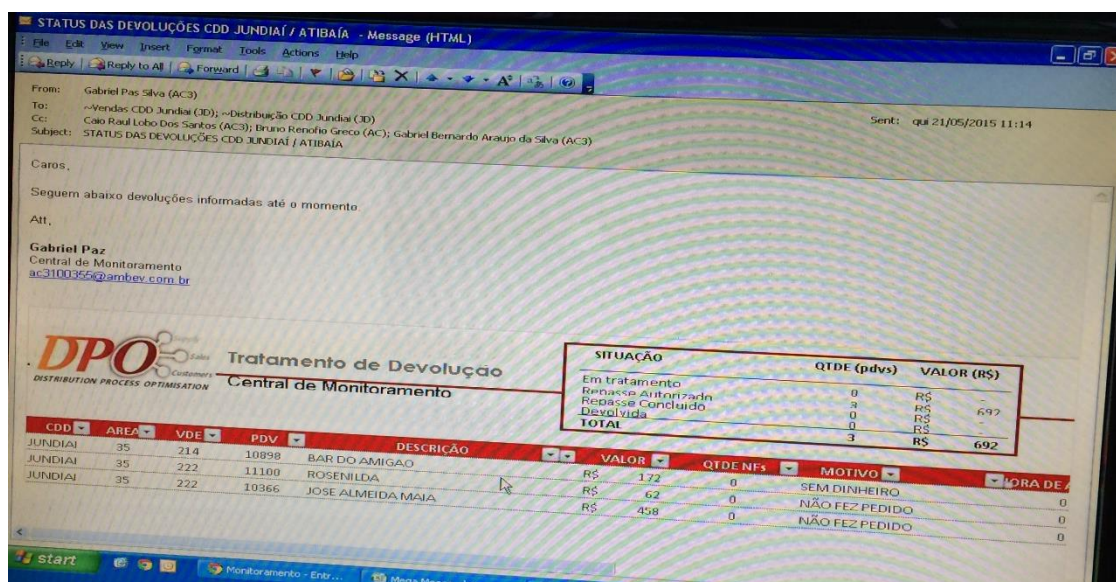


Figura 7. Tratamento de devoluções ocorridas na Central de Monitoramento da Moóca (SP).

## 2.4.2 Sequências do processo

Sequência do processo logístico:

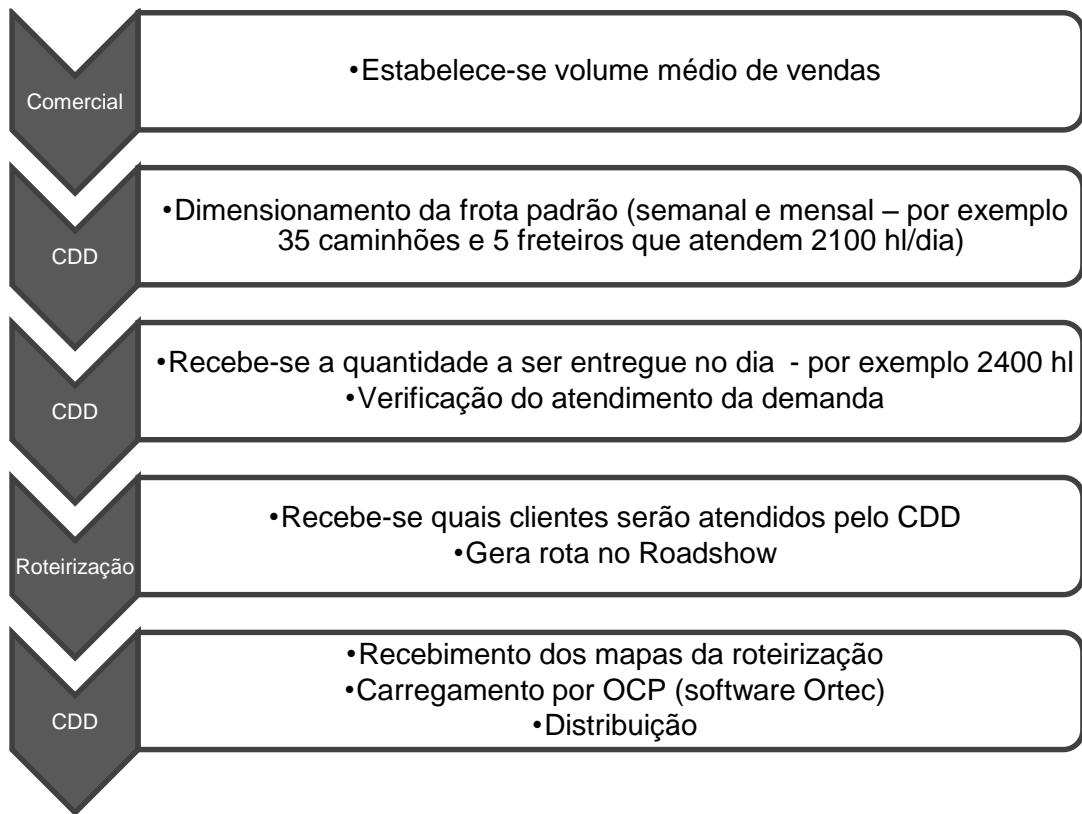


Figura 8. Esquematização da sequência do processo logístico.

Sequência no CDD durante a distribuição:

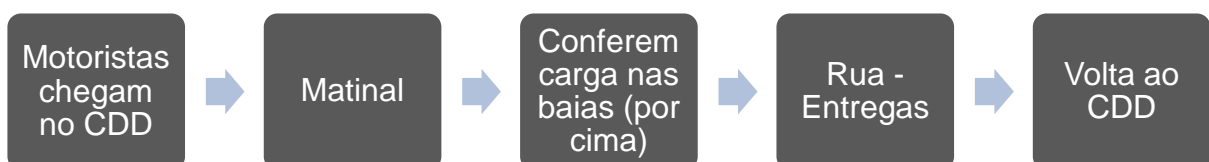
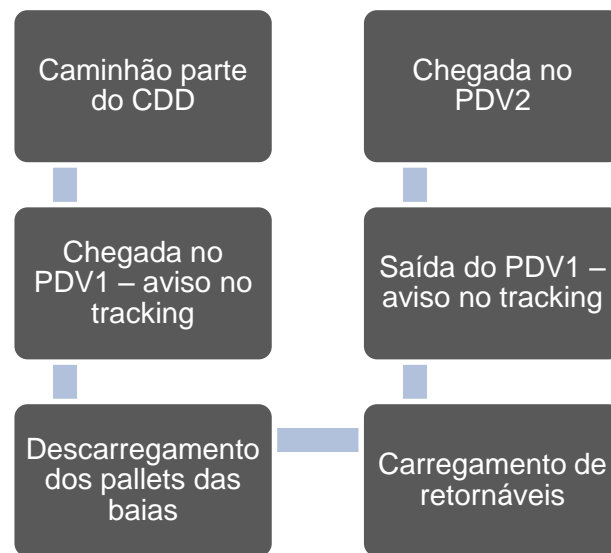


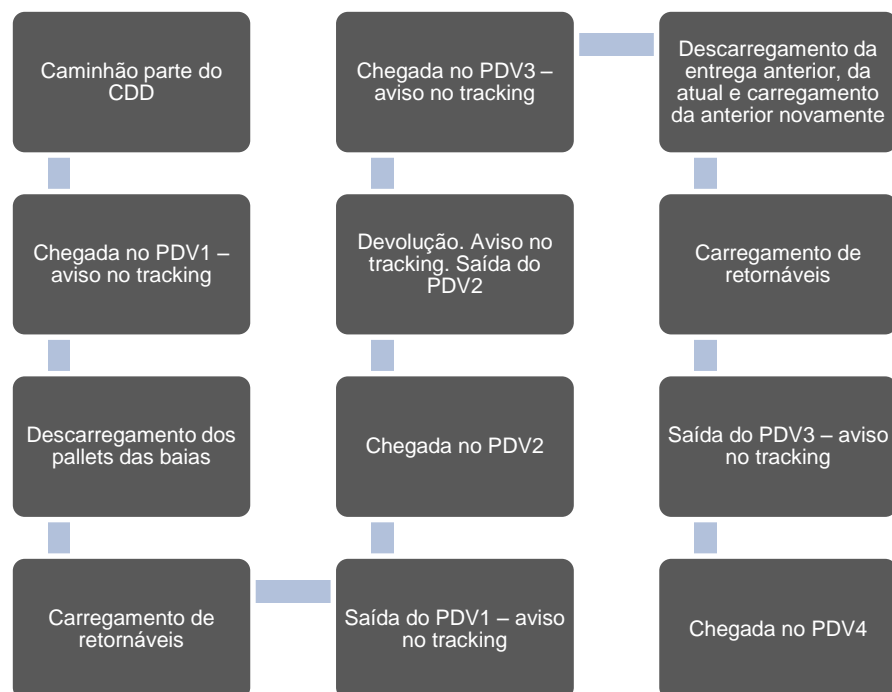
Figura 9. Esquema da sequência da jornada dos motoristas num dia de trabalho.

Sequência durante rota sem devolução:



**Figura 10. Exemplo de rota regular sem ocorrência de devolução.**

Sequência da rota com devolução e consequentemente repasse:



**Figura 11. Exemplo de rota regular com ocorrência de devolução e seus desdobramentos.**



### 3 Problemas levantados nas visitas

Durante o semestre, foram feitas três visitas que auxiliaram o grupo a melhor compreender o processo logístico e os problemas que existem:

- Carregamento no CDD de Guarulhos
- Trecho de uma rota de distribuição
- Execução da roteirização

Com essas três visitas, o grupo pode conversar e levantar vários problemas através de conversas com envolvidos no processo logístico, como motoristas, ajudantes, analistas de rota, responsáveis pelo carregamento no CDD e roteirizadores.

Alguns dos problemas levantados estão detalhados nos itens a seguir. Foram divididos conforme as três etapas acompanhadas: distribuição, carregamento e roteirização. O foco deste trabalho é a distribuição, porém é importante a compreensão das outras duas atividades uma vez que a distribuição depende do que acontece na roteirização e no carregamento.



**Figura 12. Exemplo de descarregamento de baia de caminhão de Empresa de Bebidas. As caixas equivalentes são equivalentes às caixas da imagem.**

### 3.1.1 Descrição e análise dos acompanhamentos em campo

Rota analisada:

- Data: 15/05/2015 (Maio é considerado um mês comum em relação à demanda; os picos ocorrem nos meses de verão e as baixas nos meses de inverno. Isso ocorre pelo fato da maior parte dos produtos serem cervejas, produto que no Brasil é mais consumido no verão);
- Período: 9h24 às 11h45;
- Motorista: “Cidão” – considerado o melhor segundo indicadores internos;
- Área: Guarulhos (próximo ao CDD);
- Cidão: “OCP melhora os horários pois facilita o descarregamento pela ordem das cargas. Também diminui erros. ”

## 3.2 Problemas da distribuição

### 3.2.1 Devolução

A devolução acontece quando o caminhão é carregado com produtos errados para uma entrega. A OCP por entrega tem como objetivo principal reduzir o tempo de descarga ao carregar o veículo na sequência das entregas. Assim sendo, caso haja diferenças entre o pedido e o que foi efetivamente carregado, haverá uma devolução. É um produto que não será faturado e que tem grandes chances de ser desviado no caminho. Segundo um responsável de um CDD, é bastante comum que produtos sejam desviados, causando prejuízo à empresa.

### 3.2.2 OCP por entrega

Segundo o motorista entrevistado, a OCP por entrega facilitou o trabalho dos motoristas e ajudantes. Porém ainda apresenta ineficiências, como erros no carregamento, que causam a devolução (acima comentada) ou podem atrasar a entrega.



**Figura 13. Exemplo de problemas ocorridos na devolução devidos ao OCP por entrega. O ajudante/motorista deve buscar produtos da entrega atual que estão nas camadas inferiores a produtos que não foram entregues dentro do *pallet*.**

### 3.2.3 Repasse

O repasse ocorre quando uma entrega não pode ser realizada e o veículo tem de retornar ao mesmo PDV durante a mesma rota. Normalmente, acontece quando os motoristas comparecem ao PDV para executar a entrega, porém ou o local está fechado ou o responsável pela recepção da mercadoria não está. A necessidade de passar novamente no PDV implica em maior tempo de rota, maior distância percorrida e maior gasto de combustível, ou seja, aumento nos custos.

### 3.2.4 Não aderência

Outro problema decorrente da distribuição é a não aderência dos motoristas à sequência de entrega. A roteirização fornece uma ordem de entrega para cada veículo que por sua vez é carregado de acordo com ela por meio da OCP por



entrega. As duas etapas visam otimizar o processo de distribuição, ou seja, minimizar o tempo e custos e maximizar o nível de serviço.

Esse problema pode se dar de duas maneiras: por meio de repasse (como já explicado) ou por meio de uma escolha do motorista de não seguir a ordem. Esse último ponto é complexo: muitos motoristas podem não querer seguir a ordem porque não concordam com a ordem estabelecida, porque sabem que determinado PDV não estará apto a receber a entrega naquela hora (conhecem a janela horária dos PDVs da região) ou por outros motivos (gostam de almoçar em determinado lugar que é mais próximo de outro PDV por exemplo).

### 3.2.5 Motorista

Há alguns problemas com relação ao motorista, como alguns que têm problema ao manusear o aplicativo de tracking no smartphone ou mesmo a própria decisão do motorista de não aderir à sequência de entrega como já explicado.

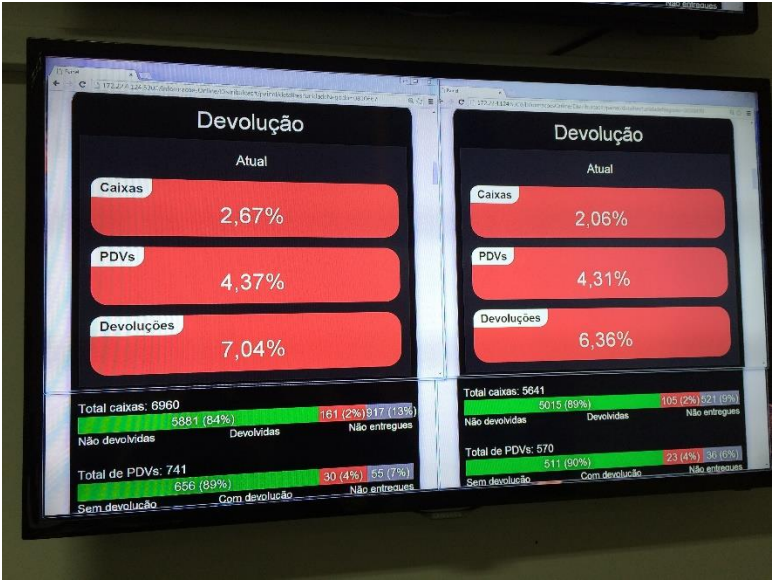
## 3.3 Problemas do carregamento (OCP por entrega)

A implantação da OCP por entrega foi recente e ainda há erros devido a funcionários que não se acostumaram por completo com o processo. Além disso, há os erros de carregamento já mencionados anteriormente e que impactam a distribuição.

## 3.4 Problemas da roteirização

Durante a visita do grupo à central de roteirização, foi relatado que aproximadamente 50% das rotas são feitas manualmente. Esse dado não pode ser conferido pois a base de dados não diferencia as rotas manuais das automáticas. Isso é certamente um problema, uma vez que o software é mais eficiente que a roteirizadora. Seu algoritmo considera diversos fatores como distância, pedidos,

capacidade do caminhão e outros (explicados anteriormente) para realizar rotas minimizando os custos e mantendo o tempo de jornada líquida dentro das 10h20. Já o processo humano está mais sujeito a falhas. Não se sabe exatamente o porquê dessa alta porcentagem. Além das rotas provavelmente menos eficientes, o fato de grande parte das rotas terem de ser feitas pelos roteirizadores faz com que seja necessária uma equipe grande trazendo mais custos.



**Figura 14. Painel da Central de Roteirização e Monitoramento da empresa que mostra a porcentagem de devoluções nas entregas ao longo do dia.**

## **4 Análise das bases de dados e avaliação da OCP por entrega**

### **4.1 Descrição das bases de dados utilizadas**

Para conseguir afirmar se a OCP por entrega efetivamente traz ganhos econômicos ou não para a empresa, foi necessário ter acesso a dados fornecidos pela empresa. No escopo deste trabalho foram analisados apenas dados relacionados à etapa da distribuição (*outbound*) da cadeia logística.

Foram fornecidas pela empresa duas bases de dados. A primeira, com todas as entregas feitas pelo CDD de Guarulhos num período de 7 meses, entre 02/03/2015 e 04/08/2015. Nesse período, todos os caminhões foram carregados segundo a OCP por entrega.

A segunda base de dados fornecida foi idêntica à primeira, porém no período de 01/09/2015 a 18/11/2015. Nesse intervalo, o CDD de Guarulhos deixou de carregar os caminhões segundo a OCP por entrega, utilizando o método da OCP por montagem.

O fato de as duas bases de dados conterem as mesmas informações foi chave para determinar ou não a eficácia da OCP por entrega frente a OCP por montagem, uma vez que possibilita a comparação direta entre os dois modos de carregamento com relação ao seu impacto na distribuição.

Cada base de dados fornecia diversas colunas com informações sobre cada entrega. As colunas utilizadas estão presentes na tabela a seguir, com uma explicação da informação fornecida por cada uma:

**Tabela 1. Estrutura das bases de dados, com a descrição dos campos de informações.**

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>
Entrega	Código único de cada entrega em um PDV
Mapa	Código único de cada mapa (ou rota) feita por um caminhão em um dia
Seq Real	Sequência de entregas a PDVs realizada pelo caminhão
Seq Plan	Sequência de entrega a PDVs planejada; não necessariamente é a mesma da sequência real
Caixas carregadas	Quantidade de caixas carregadas para determinada entrega
Tempo de entrega	Tempo de entrega medido pelo sistema de monitoramento da empresa - acionado pelo motorista (realizado)
Tempo Descarga	Tempo de descarga dos produtos (eventual carga de embalagens retornáveis) entre o caminhão e o PDV - estimado proporcionalmente à quantidade de caixas equivalentes presentes na entrega na razão de 12 segundos por caixa
Tempo Espera	Tempo de entrega subtraído do tempo de descarga (estimado)
Tempo total de rota	Tempo total entre a saída do caminhão do CDD e seu retorno
Nome Produto	Nome de cada produto (SKU) entregue em cada PDV

É importante lembrar que esses dados são obtidos pelo sistema da empresa através do sistema conhecido como *picking*. Esse sistema demanda que os motoristas de caminhão indiquem o momento de chegada e de partida em cada PDV através de um aplicativo em um smartphone fornecido pela empresa que os motoristas utilizam durante a jornada de trabalho. Porém, o sistema de medição e os dados coletados apresentam limitações com impacto direto sobre as análises a serem feitas.

#### 4.1.1 Limitações das bases de dados

As bases de dados fornecidos pela empresa apresentam algumas limitações que interferem na qualidade das análises.

A primeira delas é a medição do tempo de entrega. Toda entrega é composta por duas etapas: a espera até conseguir-se iniciar a descarga e a descarga em si. O ideal seria que a informação do tempo de duração da parte de espera e da parte de descarga fosse fornecida, porém o sistema de *Tracking* não fornece essa informação.



**Figura 15. Esquema da composição do tempo de entrega de um PDV.**

O motorista do caminhão indica pelo aplicativo quando chegou no PDV e quando saiu. A duração do tempo de descarga não é medida e isso traz implicações nas análises deste trabalho. Posto que o objetivo seja determinar se a OCP por entrega é efetiva no processo de distribuição, entende-se que seu impacto se daria justamente durante a descarga, pois em tese a montagem dos *pallets* de acordo com a ordem de entrega facilitaria o processo de descarga da entrega no PDV e diminuiria o tempo de descarga, tornando o processo de distribuição mais rápido e consequentemente mais eficiente.

Entretanto, o tempo de descarga é estimado. A empresa considera que o tempo média de descarga de uma caixa de qualquer produto é de 12 segundos. Logo, dada a quantidade de caixas a serem entregues no PDV, calcula-se o tempo de descarga

por uma simples multiplicação. O tempo de espera é estimado subtraindo-se o tempo de descarga do tempo de entrega. As estimativas foram utilizadas nas análises, porém o ideal seria ter o tempo de descarga real de cada entrega.

O segundo tipo de problema encontrado foi com relação à existência de bases de dados. Seria fundamental para o projeto saber em qual *pallet* cada entrega foi carregada. Cada caminhão tem tipicamente de 8 a 10 baías com um *pallet* em cada, de modo que a quebra na sequência planejada impacta de maneiras diferentes as entregas seguintes (na OCP por entrega) dependendo do *pallet* em que ela fora colocada. Entregas em *pallets* diferentes não afetam uma à outra enquanto entregas carregadas no mesmo *pallet* interferem no descarregamento de outra caso uma posterior (na sequência planejada) tenha sido entregue antes. Todavia, tal informação não estava disponível, afetando as análises.

Um outro tipo de problema levantado é a qualidade dos dados fornecidos. Algumas entregas não tinham algumas informações necessárias para as análises. A grande maioria das entregas com dados faltando não tinham o tempo de entrega. Uma hipótese para isso é a possibilidade de o motorista não ter usado o sistema de *tracking* naquela entrega. Pode ser devido ao esquecimento do motorista, à falta de conexão com a internet, à falta de bateria do celular ou outras causas.

#### 4.1.2 Filtros aplicados nas bases de dados

Devido a este tipo de problema, foram aplicados filtros nas bases de dados. Várias rotas foram retiradas de modo a não serem usadas nas análises.

Visando garantir a qualidade dos dados, foram tiradas todas as rotas que não estivessem perfeitamente preenchidas, ou seja, a rota que tivesse um ou mais dados de uma ou mais entregas faltando não foram utilizadas. A escolha por retirar as rotas inteiras e não somente a entrega se deve ao fato de terem sido utilizadas classificações considerando parâmetros da rota e não apenas da entrega, como as de aderência, que se baseiam na sequência de entregas realizada em comparação à sequência de entregas planejada. Todas as entregas devem estar com os dados informados de modo a possibilitar tais classificações.

## 4.2 Classificações utilizadas

A OCP por entrega se baseia no pressuposto de que o motorista vá seguir a sequência planejada. Os *pallets* são montados de acordo com a ordem das entregas, de modo que no topo do *pallet* está a primeira entrega e no fundo a última. Aqui, ressalta-se que a OCP por entrega é feita somente para os produtos descartáveis.

Por sua vez, os retornáveis são carregados em *pallets* diferentes, pois têm um perfil de entrega diferente. A embalagem é carregada em caixas de dimensões padronizadas e após o consumo e reposição do produto no PDV, ela é devolvida à empresa para ser reutilizada. A quantidade entregue é a mesma que retorna, e desse modo o padrão de descarregamento muda, pois o caminhão é recarregado com os “cascos” já utilizados e que devem ser trazidos de volta ao CDD.

Sendo assim, neste projeto não faz parte do escopo o estudo dos retornáveis, de modo que apenas os descartáveis serão analisados. Para isso, foi feita uma classificação de cada entrega com relação aos produtos entregues, dividindo-as em três tipos: Só Retornáveis, Mista e Só Descartáveis. O primeiro tipo contém só produtos retornáveis, o terceiro só produtos descartáveis e o segundo uma mistura dos dois, independente da proporção.

Um segundo tipo de classificação foi feito, desta vez com base na aderência à sequência de entregas. Como o foco é a OCP por entrega, somente as entregas com produtos descartáveis, ou seja, entregas classificadas como Mista ou Só Descartáveis, foram classificadas. As entregas Só Retornáveis vão ficar de fora de todas as análises referentes à sequência de entregas.

Foram propostas duas formas de classificação quanto à aderência à sequência planejada: A e B. Todas as entregas Mista e Só Descartáveis foram classificadas em OK ou Não OK:

**Classificação A:** classificação mais rigorosa, considerando que uma entrega esteja “OK” somente se todas as entregas anteriores a ela na sequência planejada foram entregues e nenhuma depois dela na sequência planejada foi entregue. Como não há a informação de em qual *pallet* cada entrega foi colocada, por efeito de aproximação, considerou-se que todas as entregas foram colocadas num único *pallet* virtual. Assim sendo, quando uma entrega é realizada fora da ordem, todas as entregas acima dela no *pallet* devem ser retiradas de modo que esta entrega possa ser descarregada e posteriormente, todas as entregas retiradas devem ser recolocadas no *pallet*.

A diferença dessa classificação com relação à B é justamente em como considera o momento da recolocação das cargas no *pallet*. Não se sabe como será feita a recolocação. Pode ser que o motorista e o ajudante recolorem assim como foi carregado, seguindo de cima para baixo a ordem de entregas programadas, ou não, pode ser que recolorem de maneira mais fácil e sem tanto critério. No segundo caso, a OCP por entrega é quebrada e a sua função não existe mais.

Exemplo 1:

**Tabela 2. Exemplo de sequências de rota que levam à Classificação "A".**

Sequência realizada	Sequência planejada	Classificação A	Justificativa
1	1	OK	Primeira planejada e realizada
2	3	Não OK	Entrega planejada 2 em cima no <i>pallet</i>
3	2	OK	Ordem errada, mas é a entrega que está no topo do <i>pallet</i>
4	4	OK	Todas anteriores entregues e nenhuma posterior entregue
5	8	Não OK	Entregas 5, 6 e 7 acima da 8 no <i>pallet</i>
6	5	Não OK	8 foi entregue fora da ordem, não se sabe como foi recarregado
7	6	Não OK	8 foi entregue fora da ordem, não se sabe como foi recarregado



8	7	OK	7 está no topo do <i>pallet</i>
9	9	OK	Todas anteriores entregues e nenhuma posterior entregue
10	10	OK	Todas anteriores entregues e nenhuma posterior entregue

**Classificação B:** classificação menos rigorosa, classificação considera que, para que uma entrega seja considerada aderente à sequência do mapa (OK), apenas faz-se necessário que tenham sido realizadas todas as entregas planejadas para serem executadas previamente a ela, de modo que não haja a possibilidade de haver quaisquer produtos posicionados acima dos produtos da respectiva entrega (desconsiderando a possibilidade de uma reorganização dos produtos nos *pallets*).

Exemplo 2:

**Tabela 3. Exemplo de sequências de rota que levam à Classificação "B".**

Sequência realizada	Sequência planejada	Classificação B	Justificativa
1	1	OK	Primeira planejada e realizada
2	3	Não OK	Entrega planejada número 2 em cima do <i>pallet</i>
3	2	OK	Ordem errada, mas é a entrega que está no topo do <i>pallet</i>
4	4	OK	Todas anteriores entregues e nenhuma posterior entregue
5	8	Não OK	Entregas 5, 6 e 7 acima da 8 no <i>pallet</i>
-6	5	OK	5 está no topo, considera-se que a recarga foi feita corretamente
7	6	OK	6 está no topo, considera-se que a recarga foi feita corretamente
8	7	OK	7 está no topo do <i>pallet</i>
9	9	OK	Todas anteriores entregues e

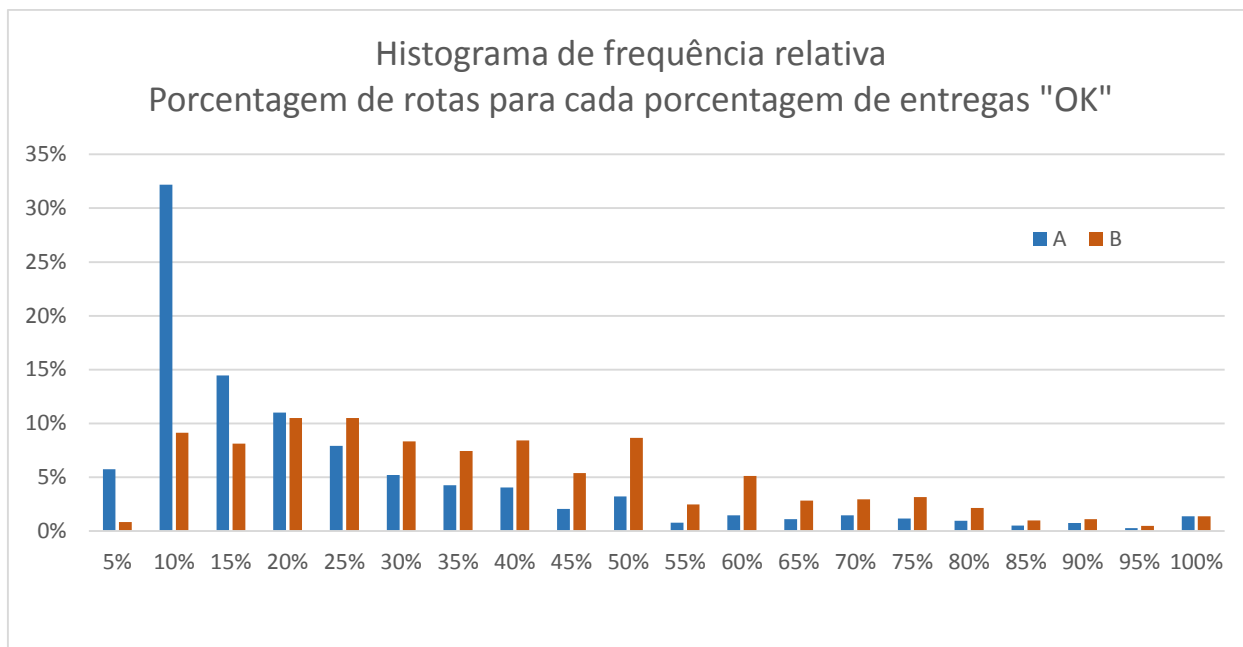
			nenhuma posterior entregue
10	10	OK	Todas anteriores entregues e nenhuma posterior entregue

Por outro lado, buscando considerar as distintas baias presentes nos caminhões (e a respectiva ordenação de carga em cada um destes), serão levadas à análise, como entregas não aderentes à sequência do mapa, apenas entregas que apresentem uma não aderência definida como “Forte”.

Esta subclassificação leva em consideração, para dada entrega, quantas das entregas planejadas para serem realizadas anteriormente a esta foram efetivamente realizadas até o instante de sua realização.

Foi estabelecido, então, um valor limite para distinguir o que seriam não aderências Fracas de não aderências Fortes. Este valor buscava classificar como não aderência “Forte” entregas com grandes chances de terem sido afetadas por entregas prévias a ela não realizadas, tendo em vista a subdivisão da carga em baias. Por outro lado, o valor deveria ser suficientemente pequeno para abranger um número significativo de entregas para as análises posteriores. Fixou-se, desta forma, este número em 7 (até 7: Fraca / maior que 7: Forte).

Para as duas classificações, A e B, foi analisada, para cada rota, qual a porcentagem de entregas “OK”. O histograma de frequência relativa abaixo mostra a distribuição das entregas em intervalos de 5%.



**Figura 16. Histograma de frequência relativa: a porcentagem de rotas para cada porcentagem de entregas, para as rotas de Classificação A e B.**

Para a classificação A, a média de entregas “OK” por rota é de 22%. Para a classificação B, é de 36%. Os dois valores são muito baixos, indicando que um grande problema da distribuição é a dificuldade em seguir a sequência de entregas na distribuição.

Pode-se citar alguns fatores como responsáveis por isso:

- Arbitrariedades do motorista: muda a rota porque considera que o caminho proposto não é o mais adequado segundo seus critérios
- Conhecimento informal do motorista: muitas vezes os motoristas têm conhecimento da janela de entrega de cada PDV e caso estejam diferentes do programado, pulam a entrega e voltam em outro horário
- PDV não está apto a receber no horário previsto
- Impossibilidade de acesso: vias bloqueadas por exemplo

### 4.3 Análise da OCP por entrega

Este trecho do trabalho contém análises que utilizaram somente a base de dados do período da OCP por entrega. A ideia principal desta parte é buscar evidências de que a OCP por entrega é efetiva. Neste caso, analisa-se somente a OCP por entrega sem compará-la com a OCP por montagem, o que será feito na próxima etapa.

O objetivo final da OCP por entrega é reduzir o tempo de entrega (a parcela de descarga, mais precisamente) facilitando o descarregamento. Porém, comparar somente o tempo de entrega não faz sentido uma vez que o tempo de entrega é influenciado principalmente pela quantidade de caixas equivalentes entregues, sendo proporcional a ela. Uma entrega com mais caixas tende a ter um tempo de entrega maior que uma entrega com menos caixas.

Assim, a principal métrica empregada para fazer as comparações é o tempo médio de entrega por caixa. Esse dado é calculado dividindo-se o tempo médio de entrega pelo total de caixas entregues naquela entrega. A métrica é pertinente ao estudo feito pois é um bom parâmetro para comparar entregas.

É importante ressaltar que a métrica ideal seria o tempo de descarga por caixa, pois a OCP por entrega visa reduzir o tempo de descarga. Porém, como mencionado, o tempo de descarga não é fornecido, sendo somente estimado multiplicando-se o número de caixas equivalentes entregues por 12 segundos. Sendo assim, entende-se o tempo de entrega por caixa é a métrica mais acurada para o caso pois é o único efetivamente medido e, portanto, sensível aos impactos da disposição das cargas nos *pallets* dos caminhões.

#### 4.3.1 Descrição do período com o uso da OCP por entrega

No período analisado com o uso da OCP por entrega, foram feitas 62576 entregas e 2370 rotas pelo CDD de Guarulhos, uma média de 26,4 entregas por rota. Destas, a

porcentagem de cada classificação quanto ao conteúdo é informada pela tabela abaixo.

**Tabela 4. Porcentagem de composição da carga dos caminhões.**

Classificação	Porcentagem
Mista	40%
Só Retornável	46%
Só Descartável	14%

Percebe-se que os produtos retornáveis estão presentes em 86% das entregas (Mista + Só Retornável) enquanto os produtos descartáveis estão presentes em 14% das entregas.

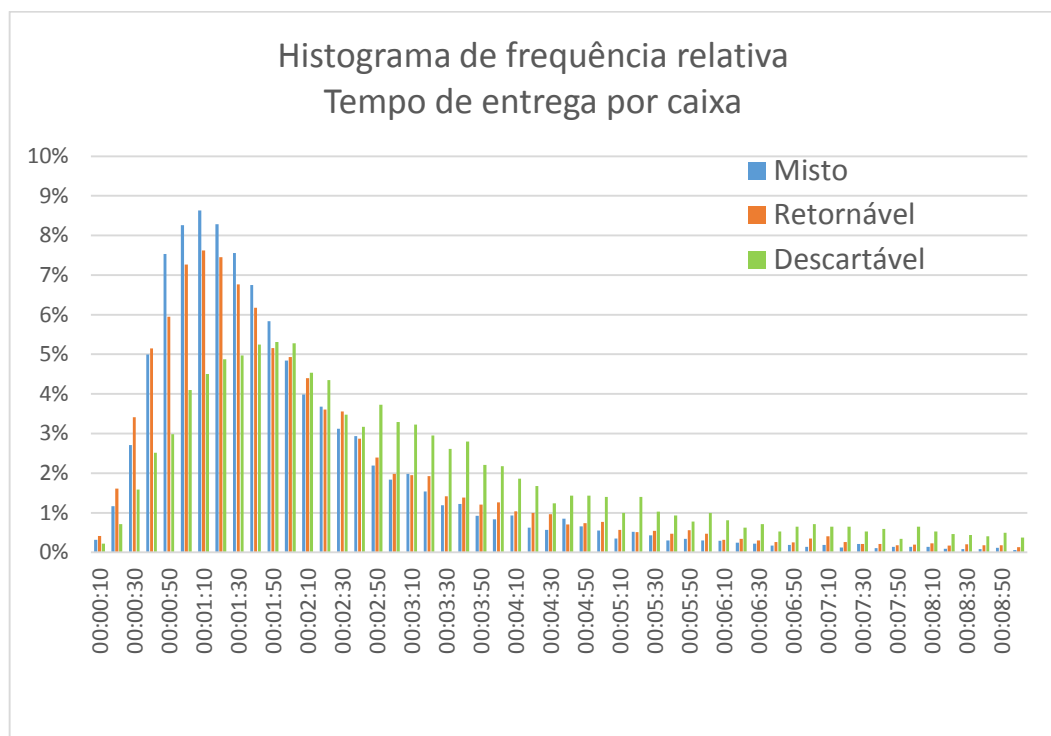
Analisando as classificações propostas A e B (tabela 5), há dois pontos importantes de serem mencionados:

- (i) A classificação A, por ser mais rigorosa com relação à aderência, têm menos rotas “OK” que a classificação B
- (ii) Nas duas classificações, as entregas não aderentes, ou seja, “Não OK”, representam uma porcentagem muito elevada (80% na A e 66% na B). Considerando-se que os motoristas têm como dever seguir a rota planejada, um nível de aderência tão baixo como esse fornece margens elevadas de melhoria do processo de distribuição

**Tabela 5. Porcentagem de rotas "OK" e "Não OK" nas classificações A e B.**

	OK	Não OK
<b>Classificação A</b>	20%	80%
<b>Classificação B</b>	34%	66%

A análise de um histograma das entregas da OCP por entrega é importante para entender os padrões dos tipos de entrega. Foi feito um histograma de frequência relativa por tipo de entrega (Misto, Só Retornável e Só Descartável) para intervalos de 10 segundos no tempo de entrega por caixa. O objetivo de utilizar frequência relativa é poder comparar os três tipos de entregas na mesma escala para compreender sua distribuição. Os valores iguais a zero foram retirados pois contaminariam o histograma. Esses valores são entregas que não foram medidas ou que o sistema não armazenou.



**Figura 17. Histograma de frequência relativa para o tempo de entrega por caixa segundo o tipo de carga.**

**Tabela 6. Média e desvio padrão dos tempos de entrega de acordo com o tipo de carga.**

<b>Tipo de entrega</b>	<b>Média dos tempos de entrega por caixa</b>	<b>Desvio padrão</b>
Mista	00:02:11	00:02:11
Só Retornável	00:02:34	00:02:31
Só Descartável	00:04:55	00:06:52

Nos três tipos de entrega, a maioria das entregas têm tempo de entrega por caixa próximos ao início da curva, perto da média, pois os histogramas são assimétricos, com a maioria das frequências concentradas em tempos de entrega por caixa baixos.

O histograma das entregas de tipo Mista e Só Retornável apresentam média e desvio padrão próximos. Por terem desvio padrão menor que a descartável, as curvas são mais achatadas, indicando que o tempo médio de entrega por caixa varia menos.

Já o histograma das entregas de tipo Só Descartável apresenta média maior e desvio padrão maior. A curva é mais dispersa que as outras, com mais variações e com uma cauda mais representativa.

Na média, as entregas de tipo Só Descartável demoram quase o dobro das entregas de tipo Só Retornável. Esse fato justifica a tentativa de diminuir o tempo de entrega (ou descarga) dos produtos retornáveis, já que demoram mais para serem descarregados. A explicação para esse fato é a diferença na quantidade de SKUs: a variedade de SKUs retornáveis é muito menor que os SKUs descartáveis, (aproximadamente 14% do total). Desse modo, caso o motorista não ache algum produto retornável para determinada entrega no *pallet* previsto, ele pode encontrar o mesmo produto mais facilmente. Caso o mesmo problema ocorra com um produto descartável, principalmente se for um SKU de baixo giro, ele terá mais dificuldade para encontrar um substituto, demorando mais para completar a descarga.

No caso das entregas tipo Mista, o esperado seria que a média estivesse entre a média do tipo Só Retornável e a média do tipo Só Descartável. Porém a média é menor que os outros tipos de entrega. Uma possível explicação para esse fenômeno é a variabilidade estatística dos dados.

#### 4.3.2 Comparação entre classificações

De modo a conseguir encontrar o efeito da OCP por entrega na redução do tempo de entrega por caixa, as classificações A e B foram comparadas com relação à aderência ou não da sequência de entrega. O esperado é que as entregas “OK”, ou seja, aderidas segundo aquele critério de classificação, tenham tempo de entrega por caixa menor que as entregas “Não OK”. Ora, este é o propósito da OCP por entrega: carregar o caminhão seguindo a sequência de entrega de modo a facilitar o descarregamento. Logo, as entregas que não estivessem na sequência correta não teriam as vantagens da OCP por entrega.

Deste modo, em cada classificação foi calculada a média do tempo de entrega por caixa e comparado. No primeiro caso, calculou-se para as entregas de tipo Mista e Só Descartável e no segundo somente para as entregas Só Descartável, isto é, sem a contaminação do tempo de descarga pelo tempo de descarga de SKUs retornáveis.

**Tabela 7. Média do tempo de entrega por caixa equivalente para os tipos de entrega Mista e Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B.**

Entregas tipo Mista e Só Descartável				
	Classificação A		Classificação B	
	OK	Não OK	OK	Não OK
Média do tempo de entrega por caixa	00:02:52	00:02:47	00:02:46	00:02:49



**Tabela 8. Média do tempo de entrega por caixa equivalente para o tipo de entrega Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B.**

Entregas tipo Só Descartável				
	Classificação A		Classificação B	
	OK	Não OK	OK	Não OK
Média do tempo de entrega por caixa	00:05:14	00:04:49	00:04:56	00:04:54

Os resultados da comparação entre a média das entregas “OK” e “Não OK” indica que a OCP por entrega não tem nenhum impacto nesse nível de agregação. O esperado é que as rotas “OK” tenham tempo de entrega por caixa menor que as rotas “Não OK”, porém não é isso o que acontece ou se acontece é muito pouco significativo.

Considerando as entregas tipo Mista e Só Descartável, nas duas classificações as médias são muito próximas, com 5 segundos de diferença na classificação A (que inclusive tem as rotas “OK” com tempo médio de entrega por caixa maior) e de 3 segundos na classificação B (rotas “OK” com tempo de entrega por caixa menor), uma diferença considerada desprezível.

O mesmo acontece quando se considera entregas tipo Só Descartável na classificação B, diferença de 2 segundos. Um resultado ainda mais inesperado pode ser observado na classificação A, onde a média das rotas “OK” supera em 25 segundos as “Não OK”, justamente o contrário do esperado e com a diferença mais expressiva dentre as observadas até aqui.

Num primeiro momento, estes resultados levam a afirmar que a OCP por entrega de nada adianta na redução do tempo de entrega (ou descarga). Porém, ainda é não há evidências concretas para tal afirmação devido ao alto nível de agregação nas médias. É necessário olhar mais a fundo as rotas, de modo a tentar buscar em que tipo de entrega a OCP por entrega pode fazer a diferença.

#### 4.3.3 Divisão em decis por tamanho da entrega

O tamanho de uma entrega é medido não pelo tempo, mas sim pela quantidade de caixas entregues. Na média agregada, entregas com alto tempo de entrega são misturadas com entregas com baixo tempo de entrega. Essas entregas podem “contaminar” a média. Um fator que pode ajudar a isolar esse fator é o tamanho da entrega, ou a quantidade de caixas entregues.

Todas as entregas foram divididas em 10 decis, ou seja, intervalos contendo uma mesma quantidade de entregas ordenadas de maneira crescente. O primeiro decil contém as 10% entregas com menor tempo de entrega por caixa. Por sua vez, o último decil contém as 10% entregas com maior tempo de entrega por caixa. A média de cada decil é descrita na Tabela 9:

**Tabela 9. Por decil, quantidade de entregas e média de caixas equivalentes por entrega.**

<b>Decil</b>	<b>Quantidade de entregas</b>	<b>Média de caixas por entrega</b>	<b>Valor mínimo do decil</b>	<b>Valor máximo do decil</b>
1	389	0,8	0,1	1,2
2	390	1,4	1,2	1,7
3	389	2,3	1,7	2,5
4	390	2,6	2,5	2,
5	389	3,2	2,9	3,65
6	391	4,5	3,7	4,9
7	390	5,6	4,7	6,7
8	389	8,0	6,7	10,0
9	390	14,1	10,0	20,7
10	390	45,6	20,8	245,0

Nesta análise, foi comparada somente as entregas tipo Só Descartável. O objetivo é eliminar a influência dos produtos retornáveis porventura observada nas entregas tipo Mista. Além disso, na formação dos decis, foram consideradas somente as entregas que tinham o valor do tempo de entrega disponível. Todos os *outliers* com relação a tempo de entrega (5% maiores), ou seja, aqueles com valores muito altos, foram retirados da análise pois poderiam contaminar o efeito da OCP por entrega devido a fatores externos à entrega ou descarga.

A grande maioria das entregas do tipo Só Descartável são pequenas, sendo 80% das entregas de menos de 10 caixas. Essa diferença grande de tamanho entre os quartis menores e os decis maiores pode influenciar no tempo médio de entrega caso os decis tenham comportamentos diferentes com relação à aderência. Desse modo, para cada decil, é analisada a aderência na Tabela 10.

**Tabela 10. Média do tempo de entrega por caixa, por decil analisado.**

<b>Decil</b>	<b>Média do tempo de entrega por caixa</b>
<b>1</b>	00:08:35
<b>2</b>	00:06:00
<b>3</b>	00:04:41
<b>4</b>	00:03:58
<b>5</b>	00:03:40
<b>6</b>	00:03:01
<b>7</b>	00:02:47
<b>8</b>	00:02:09
<b>9</b>	00:01:45
<b>10</b>	00:01:07

Percebe-se que o tempo médio de entrega por caixa diminui conforme aumenta o tamanho da entrega. Isso se deve à diluição do tempo de espera no tempo médio de entrega por caixa. Os tempos de espera não dependem do tamanho da entrega de modo que as entregas menores, ou seja, com menos caixas e, portanto, em decis mais baixos, apresentam tempo de espera maior proporcionalmente ao tempo total de entrega. Isso faz com que o tempo de espera por caixa seja maior em entregas menores.

Isolado esse fator de acordo com cada quartil, as tabelas abaixo (11 e 12) fornecem a comparação em cada quartil com relação à aderência nas duas classificações propostas, A e B.

**Tabela 11. Média dos tempos de entrega por caixa, na Classificação A, por decil.**

<b>Média dos tempos de entrega por caixa - Classificação A</b>				
<b>Decil</b>	<b>OK</b>	<b>Não OK</b>	<b>Maior</b>	<b>Diferença relativa</b>
<b>1</b>	00:08:03	00:08:42	Não OK	8%
<b>2</b>	00:05:59	00:06:01	Não OK	0%
<b>3</b>	00:05:02	00:04:36	OK	9%
<b>4</b>	00:04:01	00:03:57	OK	2%
<b>5</b>	00:04:04	00:03:34	OK	12%
<b>6</b>	00:03:03	00:03:00	OK	1%
<b>7</b>	00:03:00	00:02:44	OK	9%
<b>8</b>	00:02:05	00:02:10	Não OK	4%
<b>9</b>	00:02:02	00:01:40	OK	19%
<b>10</b>	00:01:05	00:01:08	Não OK	4%

**Tabela 12. Média dos tempos de entrega por caixa, na Classificação B, por decil.**

<b>Média dos tempos de entrega por caixa - Classificação B</b>				
<b>Decil</b>	<b>OK</b>	<b>Não OK</b>	<b>Maior</b>	<b>Diferença relativa</b>
<b>1</b>	00:08:19	00:08:42	Não OK	5%
<b>2</b>	00:06:03	00:05:59	OK	1%
<b>3</b>	00:04:56	00:04:34	OK	7%
<b>4</b>	00:03:58	00:03:58	=	0%
<b>5</b>	00:03:49	00:03:36	OK	6%
<b>6</b>	00:02:56	00:03:04	Não OK	4%
<b>7</b>	00:02:56	00:02:43	OK	7%
<b>8</b>	00:02:02	00:02:12	Não OK	8%
<b>9</b>	00:01:57	00:01:39	OK	16%
<b>10</b>	00:01:06	00:01:08	Não OK	3%

Novamente, entende-se que o esperado com a OCP por entrega seria que as entregas “OK” tivessem tempo de entrega por caixa menor que as entregas “Não OK”. Porém, analisando as duas tabelas, percebe-se que não há um padrão com relação à média do tempo de entrega por caixa.

O objetivo de analisar os decis seria buscar o efeito da OCP por entrega nos quartis. Porém, não há um padrão de comportamento em relação aos critérios de aderência à sequência planejada estabelecidos. Nas duas classificações no decil 1 as entregas “Não OK” têm tempo de entrega por caixa maior, porém a diferença é somente de 5% e 8% em cada classificação. O esperado é que esse padrão se mantivesse nas entregas pequenas, entretanto no decil 2 a diferença do tempo de entrega por caixa é muito pequena na classificação A e na classificação B a média das entregas “OK” é maior, resultado não esperado.

Percebe-se ainda que nos quartis seguintes as maiores médias se alternam. Em alguns quartis são as “Não OK”, que seria o esperado, e em outros seriam as “OK”,

resultado não esperado de acordo com a OCP por entrega. Além disso, observa-se que a diferença percentual entre as médias é sempre muito baixa.

A conclusão obtida reforça a hipótese de a OCP por entrega não ter efeito prático na redução do tempo de entrega por caixa. Ao que tudo indica, as diferenças nas médias dos tempos de entrega entre entregas “OK” e entregas “Não OK” se devem mais a flutuações estatísticas do que a algum padrão nos eventos envolvendo a entrega, ou ao menos a descarga dos produtos. Uma conclusão adicional é a de que, por mais que eventualmente seja obtido algum ganho no tempo de descarga oriundo da ordenação das cargas de forma otimizada, este ganho é pouco expressivo frente às outras parcelas que compõe o tempo total de entrega (isto é, tempo de espera para iniciar a descarga, tempo da transação financeira, demais trâmites comerciais, etc).

#### 4.3.4 Análise comparativa de histogramas

A fim de validar as conclusões preliminares mas ainda tendo em vista os resultados esperados inicialmente, foram elaborados histogramas das entregas com relação a seu tempo médio despendido por caixa equivalente. Para tanto, as entregas foram desagregadas de modo a aumentar a sensibilidade das análises aos possíveis efeitos da OCP por entrega.

Entende-se que o cenário mais sensível aos efeitos da OCP por entrega envolveria entregas apenas com produtos descartáveis, com aderência à sequência e com grande volume de produtos - esta, para viabilizar a diluição do tempo de espera. Assim, os grupos de entregas contrastados foram:

- Entregas dos decis 1-4 e Entregas dos decis 5-10;
- Entregas “Descartáveis” e Entregas “Mistas”;
- e por fim, Entregas com aderência e sem aderência.

Aqui, cabe destacar que os resultados a seguir são apresentados segundo o critério de não aderência B, considerando apenas não aderências fortes. A motivação disso é que esta classificação apresentou resultados mais expressivos, e o entendimento desse fato é que considerar apenas não aderências Fortes permite considerar com

mais precisão a obstrução entre produtos dentro dos *pallets* no caso de entregas fora da ordem planejada – o que inicialmente é dificultado pela ausência da informação específica do carregamento por *pallet* que culmina na hipótese implícita de se considerar toda a carga sobre um único *pallet* virtual.

O método da análise se baseia na comparação das frequências acumuladas, através dos histogramas, para um mesmo grupo de entrega nos cenários Com Aderência e Sem Aderência (Forte). O gráfico abaixo (Figura 18) representa esta situação para as entregas exclusivamente Descartáveis dos decis 5 a 10 (inclusive):

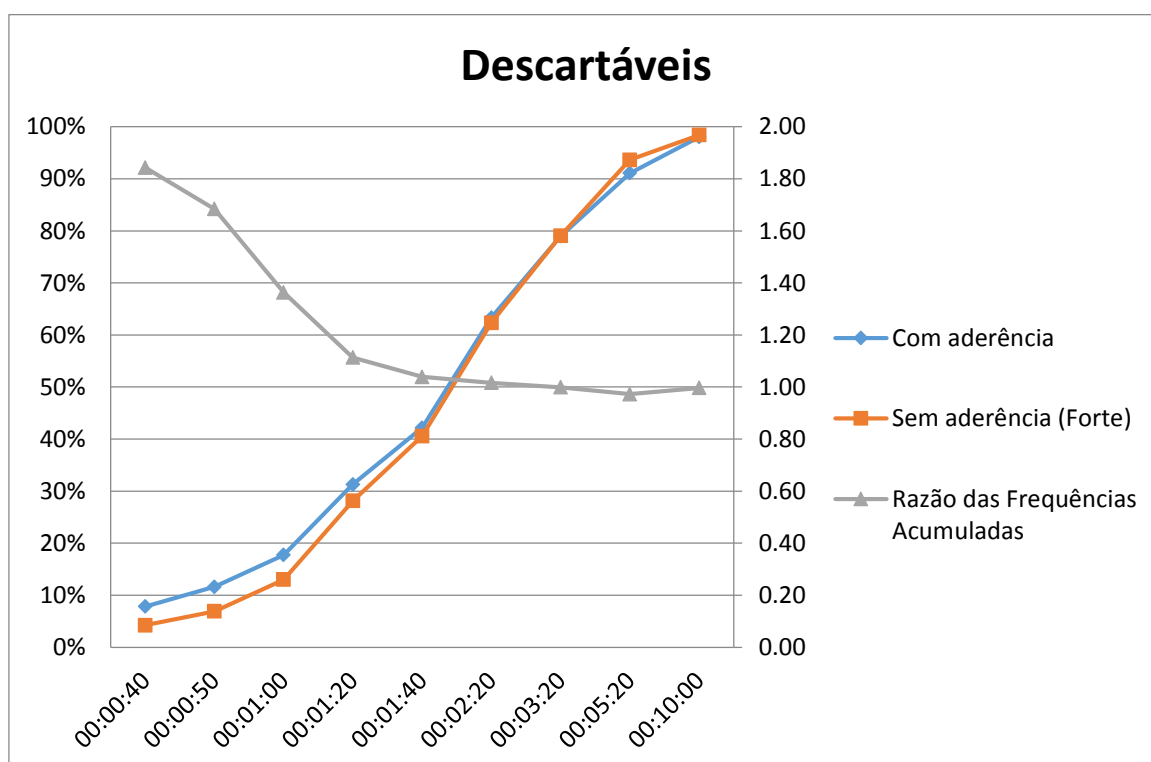


Figura 18. Histograma comparativo – Entregas Descartáveis – Decis 5 a 10

No eixo horizontal estão representadas as marcas de tempo de entrega médio por caixa equivalente – cabe a ressalva de sua escala não ser linear. O eixo vertical da esquerda, de 0 a 100%, é o eixo das frequências acumuladas para cada distribuição, ao passo que o eixo vertical da direita, de 0 a 2, representa a razão entre as frequências acumuladas (Entregas Com Aderência em relação às Entregas Sem Aderência Forte), para auxiliar a visualização e interpretação dos resultados.

Deste gráfico, tem-se que nas entregas aderentes à sequência planejada foi possível observar uma concentração maior de tempos de entrega médios abaixo de um

minuto em relação às entregas não-aderentes - apesar de visualmente sutil, a curva das razões das frequências acumuladas inicia com valores próximos de 2, o que representa uma frequência quase duas vezes maior das entregas dentro da sequência planejada em relação àquelas que não a seguiram. Pode-se observar, ainda, que essa diferença permanece significativa (para fins desta análise, considerando significativas razões maiores que 1,1) para faixas de tempo abaixo de 80 segundos, o que ocorre para não mais que 30% das entregas.

A necessidade de diluir-se o tempo de espera suficientemente se mostra relevante ao observarmos os mesmos dados, porém para o grupo de entregas menores (decis 1 a 4), dispostos na Figura 19:

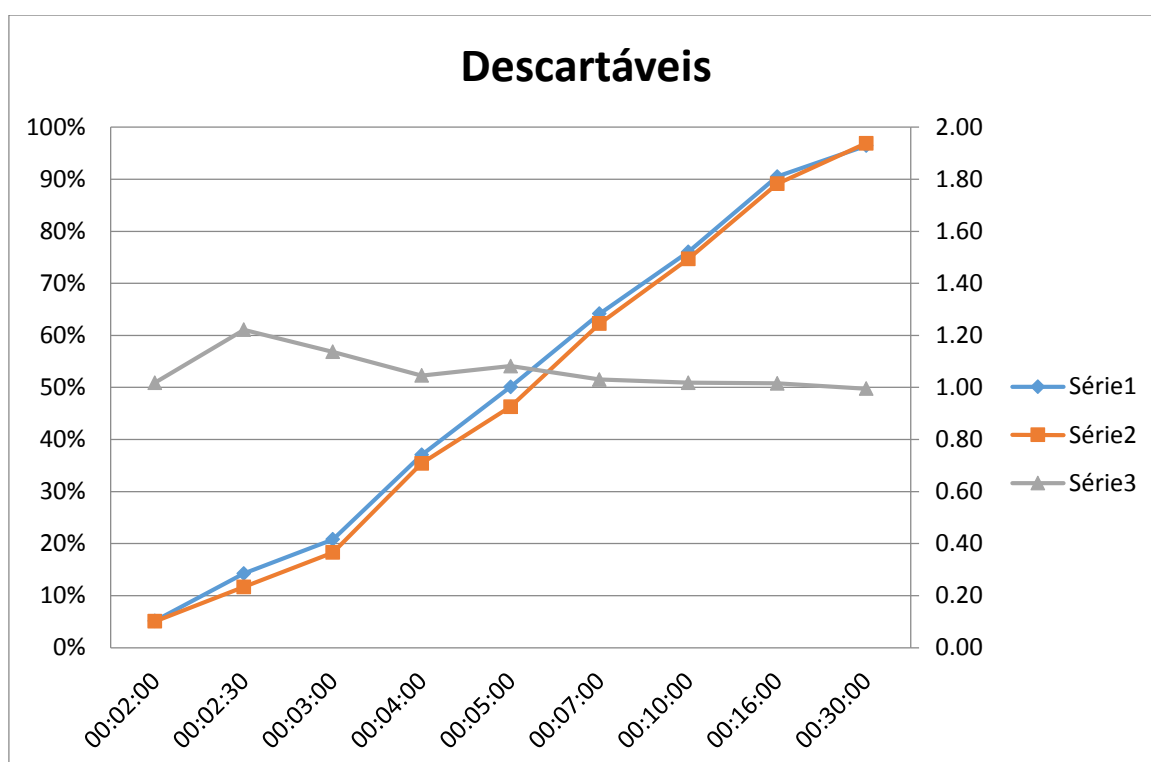


Figura 19. Histograma comparativo – Entregas Descartáveis – Decis 1 a 4

Os dados indicam que novamente pode-se observar uma tendência decrescente da razão de probabilidades, porém agora com valores mais modestos, com seu pico em 1,22 (entende-se que o baixo valor no início da curva possa estar associado à baixa amostragem no ponto, menor que 40 entregas). Nota-se ainda que, a mesma frequência acumulada que se observava abaixo de 1'20" no grupo de entregas anterior agora se observa próxima dos 4 minutos, o que atesta a influência de alguma parcela de tempo fixa por entrega no tempo médio por caixa equivalente.



Para concluir a análise comparativa dos histogramas, apresenta-se na figura abaixo a comparação entre histogramas para entregas dos decis 5 a 10, porém agora considerando também entregas com um misto de produtos descartáveis e retornáveis.

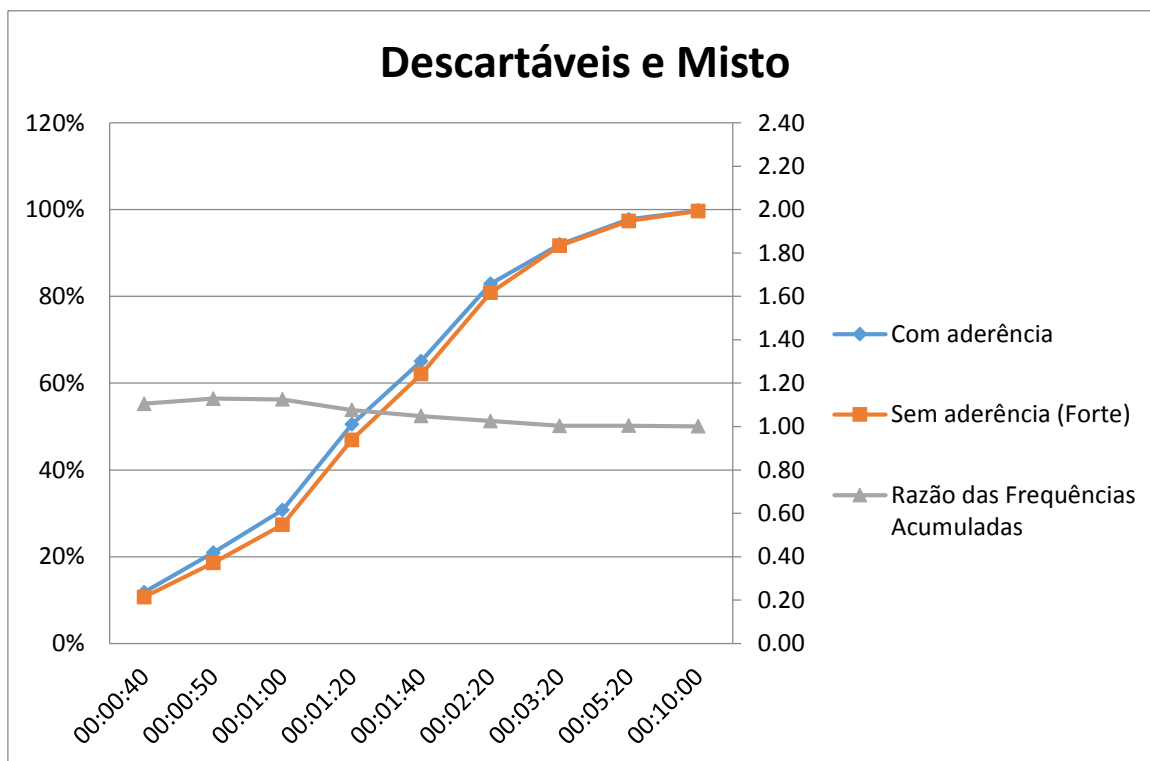


Figura 20. Histograma comparativo – Entregas Mistas/Descartáveis – Decis 5 a 10

Nesta combinação de entregas, as variações entre as distribuições de entregas nas faixas de tempo de entrega médio são praticamente desprezíveis. Avaliando-se de uma maneira um pouco mais objetiva, ainda é possível observar uma tendência de valores mais elevados para faixas de tempo mais baixas, porém agora com um achatamento da curva de razão das frequências acumuladas. O entendimento dessa observação é que o ganho de tempo obtido pela OCP por entrega na descarga de descartáveis é diluído pela presença de retornáveis nas entregas – estes não sendo afetados pela OCP por Entrega, conforme descrito anteriormente.

Por fim, entende-se que o comportamento das curvas acima se aproxima do obtido ao comparar-se duas distribuições de médias diferentes e de ordens de grandeza próximas – caso que se busca ilustrar na Figura 21.

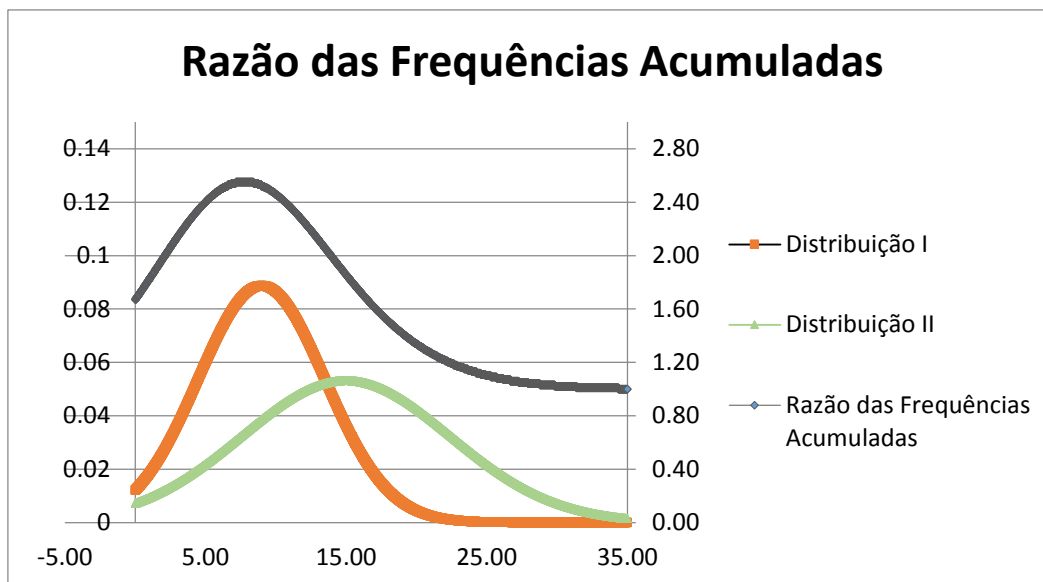


Figura 21. Exemplo ilustrativo de comparação entre distribuições

Na figura apresenta gráficos de forma análoga ao apresentado anteriormente nesta seção, porém apresentando as curvas de densidade de probabilidade em vez das curvas de probabilidade acumulada. As distribuições são curvas normais **N1 (9; 4,5<sup>2</sup>)** e **N2 (15; 7,5<sup>2</sup>)** e a razão das frequências acumuladas é construída de forma completamente análoga a nos gráficos acima.

O que se tem, analisando a curva de razões de frequência, é que para faixas de valores próximas da ordem de grandeza das médias da distribuição, a relação entre as curvas é semelhante ao observado anteriormente – com mais clareza na Figura 18 -, ao passo que ela tende ao valor unitário conforme se distancia e assume valores mais elevados – comportamento também registrado nos gráficos acima. Considerando a unidade dos valores das curvas como sendo Segundos, tem-se duas possíveis distribuições de tempos de descarga por caixa, o que permite uma ilustração mais própria do problema analisado.

Assim, conclui-se que a OCP apresenta ganhos em cenários particulares onde o tempo de espera apresenta valores baixos frente o volume a ser entregue e o mix de produtos é composto predominantemente, se não totalmente, por produtos descartáveis. Entretanto, aqui se reafirma a conclusão das análises anteriores quanto à não efetividade da OCP por Entrega uma vez que se foi possível observar que estes ganhos são facilmente sobrepostos por outros fatores inerentes à cadeia de suprimentos da empresa (i.e., mix de produtos e tempo de espera).

#### 4.4 Comparação do período de OCP por entrega com o período de OCP por montagem

No ano de 2015, a OCP por entrega esteve em vigor até o fim de agosto. Em setembro, a OCP por montagem voltou a ser utilizada no carregamento dos caminhões no CDD de Guarulhos. Deste modo, é possível comparar os dois períodos. O ideal seria compará-los em períodos iguais do ano, para evitar possíveis sazonalidades nos perfis das entregas, porém até o ano de 2014 não havia o sistema de *tracking* na distribuição, ou seja, não havia medição do tempo de duração de cada entrega.

Assim sendo, os dois períodos serão comparados de modo a tentar encontrar alguma evidência de que a OCP por entrega é eficiente.

##### 4.4.1 Descrição do período com o uso da OCP por montagem

No período analisado com o uso da OCP por entrega, foram feitas 48004 entregas e 2443 rotas pelo CDD de Guarulhos, uma média de 19,6 entregas por rota. Destas, a porcentagem de cada classificação quanto ao conteúdo é informada pela tabela 13.

**Tabela 13. Porcentagem de composição da carga dos caminhões na OCP por Montagem.**

Classificação	Porcentagem
Mista	45%
Só Retornável	46%
Só Descartável	9%

De início, percebe-se que a quantidade de rotas do tipo Mista aumentou em 6 pontos percentuais enquanto as de tipo Só Descartável diminuíram a mesma quantidade em relação ao período da OCP por entrega. Esse fato não tem relação com a distribuição, mas sim com a parte de vendas da empresa que não faz parte do

escopo deste trabalho. Uma hipótese é que por se tratar de um período mais próximo do verão, o consumo de retornáveis, que são basicamente cerveja, aumenta. Estão presentes em 91% das entregas contra 86% do período anterior.

Quando analisa-se a aderência, obtém-se os seguintes valores:

**Tabela 14. Porcentagem de rotas "OK" e "Não OK" nas classificações A e B.**

	OK	Não OK
<b>Classificação A</b>	21%	79%
<b>Classificação B</b>	35%	65%

São muito próximos dos valores obtidos para o período da OCP por entrega. Considerando-se como causas da não aderência (i) arbitrariedades dos motoristas e (ii) fatores externos ao planejamento, conclui-se que a aleatoriedade desses processos se mantém na OCP por montagem.

As médias dos tempos de entrega por caixa obtidas para cada tipo de entrega são mostradas na Tabela 15:

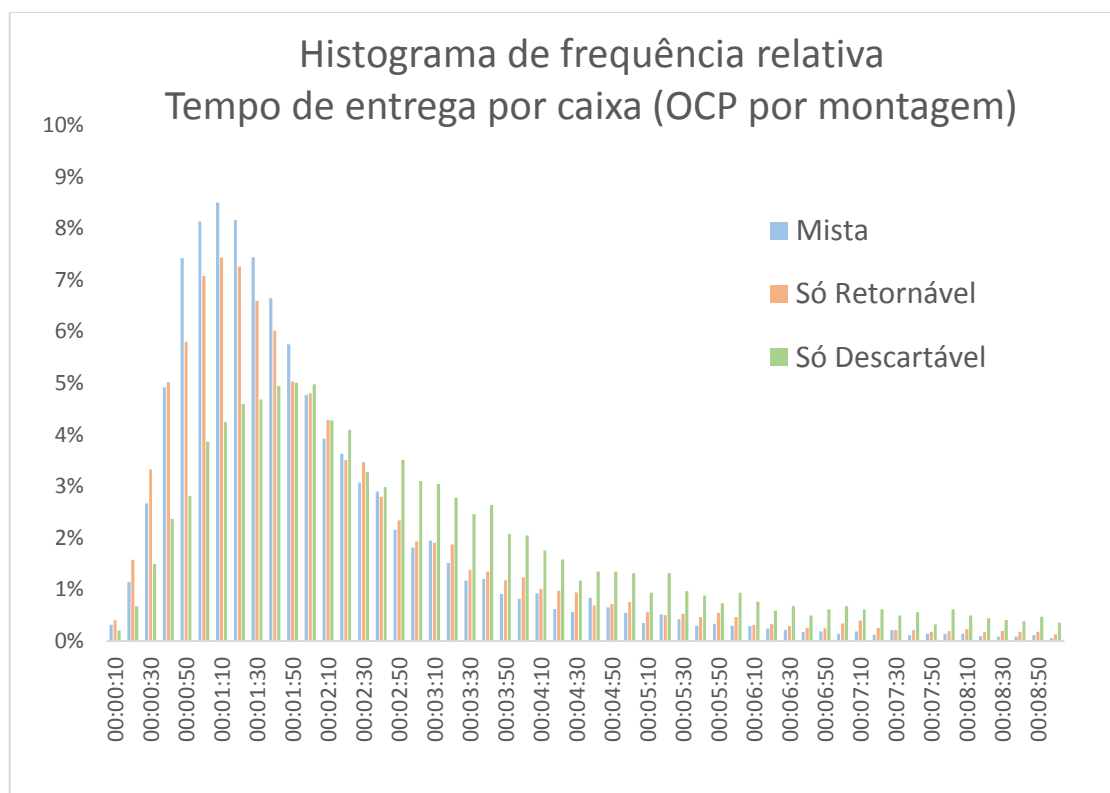
**Tabela 15. Comparação entre média dos tempos de entrega por caixa do OCP por entrega e OCP por montagem.**

	OCP por montagem		OCP por entrega	
<b>Tipo de entrega</b>	<b>Média dos tempos de entrega por caixa</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Média dos tempos de entrega por caixa</b>	<b>Desvio padrão</b>
Mista	00:02:19	00:02:21	00:02:11	00:02:11
Só Retornável	00:02:40	00:03:03	00:02:34	00:02:31
Só Descartável	00:04:45	00:08:34	00:04:55	00:06:52

O esperado era que na OCP por montagem a média dos tempos de entrega por caixa fosse maior que na OCP por entrega principalmente para as entregas tipo Só Descartável, mas também para as entregas de tipo Mista.

Contudo, isso não acontece nas entregas de tipo Só Descartável, sendo maior na OCP por entrega. É verdade para as entregas de tipo Mista, porém com 8 segundos de diferença, ou seja, 6% de diferença, um valor muito baixo e que pode ocorrer devido a flutuações.

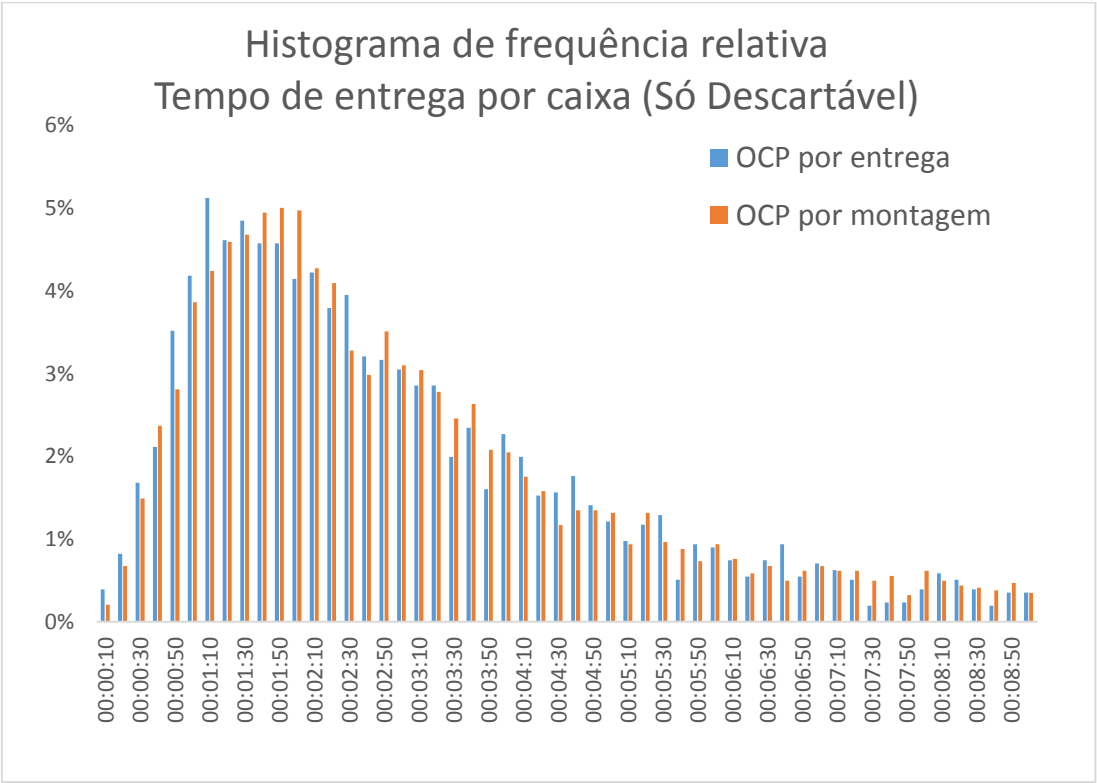
Analisar os histogramas da OCP por montagem do mesmo jeito que foi feito com a OCP por entrega é importante para analisar se os padrões das distribuições são parecidos. Primeiro, os histogramas dos três tipos de entrega na OCP por montagem:



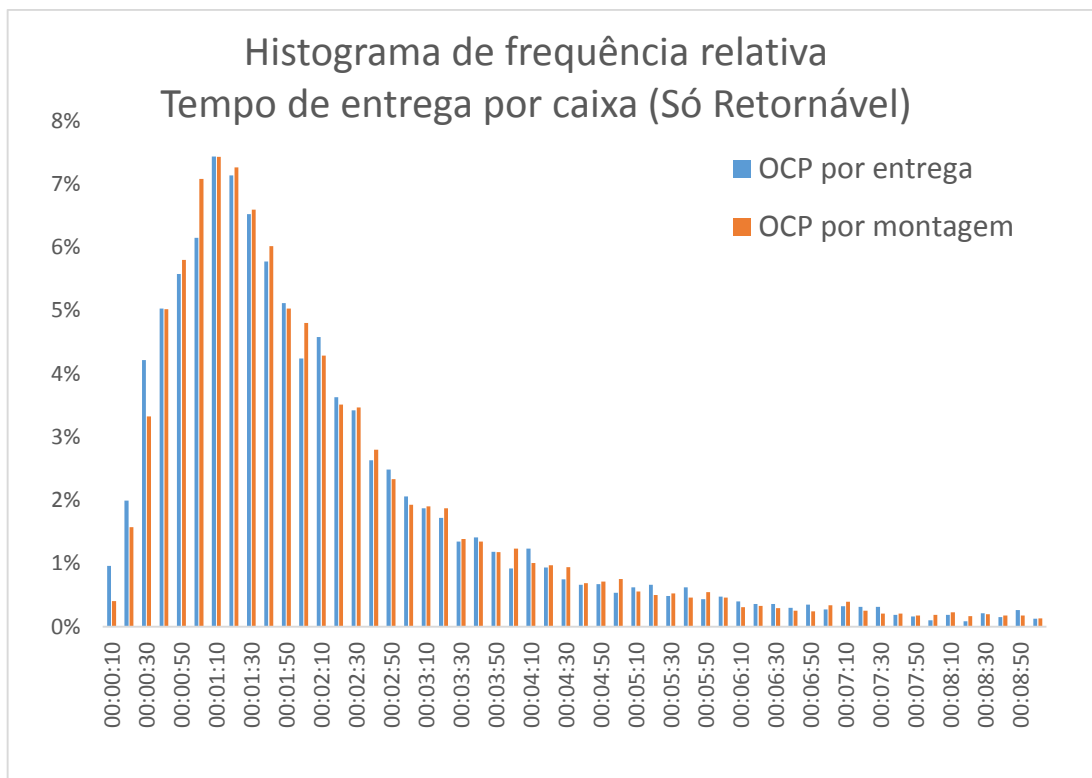
**Figura 22. Histograma de frequência relativa por tipo de carga para a OCP por montagem.**

Percebe-se que, assim como na OCP por entrega, o histograma do tipo Só Descartável apresenta desvio padrão superior aos outros dois tipos, com uma causa mais grossa, evidenciando a maior dispersão deste tipo de entrega.

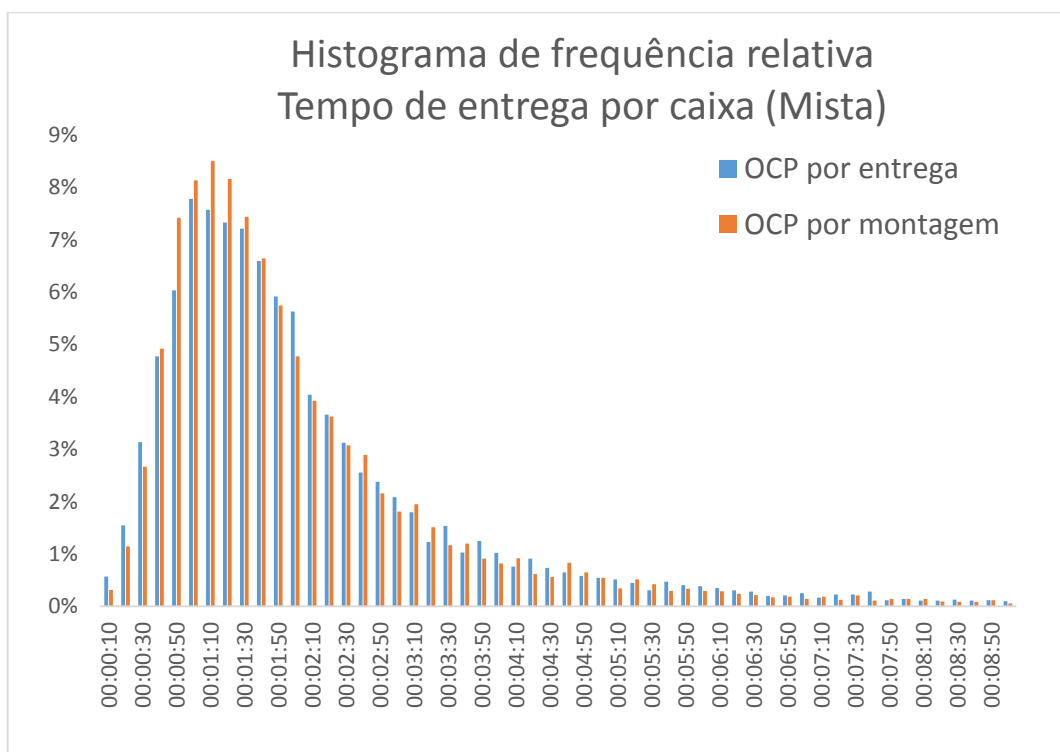
A seguir, os histogramas comparando os dois períodos, divididos por tipo de entrega.



**Figura 23. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Só descartável.**



**Figura 24. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Só retornável.**



**Figura 25. Histograma de frequência relativa do tempo de entrega por caixa para a carga Mista.**

Nos três casos, nota-se que as distribuições da OCP por montagem e da OCP por entrega apresentam formato muito parecido. Isso indica que os três tipos de entregas têm comportamentos muito parecidos nos dois tipos de carregamento.

Esse fator, somado às médias muito próximas dos tempos médios de entrega por caixa, reforçam a tese de que a OCP por entrega não é efetiva.

#### 4.4.2 Comparação entre classificações

Para a OCP por montagem, as classificações de aderência não fazem sentido, uma vez que a aderência à sequência planejada não impacta o tempo de entrega (descarga). O carregamento não segue a OCP por entrega, logo, os *pallets* não estão montados na ordem de entrega.

Porém, a fim de verificar se o padrão observado na OCP por entrega também ocorre na OCP por montagem, essa classificação foi feita. Isso comprovado, reforça a conclusão de que a OCP por entrega não atinge seu objetivo de reduzir o tempo de descarga.

**Tabela 16. Comparação entre médias do tempo de entrega por caixa equivalente das OCPs por entrega e montagem, para os tipos de entrega Mista e Só Descartável, dentro das rotas de Classificação A e B.**

Entregas tipo Mista e Só Descartável				
	Classificação A		Classificação B	
Média do tempo de entrega por caixa	OK	Não OK	OK	Não OK
OCP por entrega	00:02:52	00:02:47	00:02:46	00:02:49
OCP por montagem	00:02:44	00:02:53	00:02:50	00:02:52



**Tabela 17. Comparação entre médias do tempo de entrega por caixa equivalente das OCPs por entrega e montagem, para o tipo de entrega Só Descartável, dentro das classificações A e B.**

Entregas tipo Só Descartável				
	Classificação A		Classificação B	
Média do tempo de entrega por caixa	OK	Não OK	OK	Não OK
OCP por entrega	00:05:14	00:04:49	00:04:56	00:04:54
OCP por montagem	00:04:22	00:04:47	00:04:31	00:04:46

A comparação que deve ser feita é entre os dois tipos de OCP para as mesmas classificações. O resultado esperado seria de que as médias da OCP por entrega fossem menores que da OCP por montagem nas entregas “OK”. Porém, ocorre o contrário na maioria dos casos e quando ocorre o esperado, é por uma margem muito baixa.

Isso quer dizer que na OCP por entrega as entregas “OK” seguem o mesmo padrão que na OCP por montagem, indicando que a OCP por entrega não tem efeito. Para afirmar isso com mais propriedade, é importante não olhar somente para a média, mas para diferentes tipos de entrega.

#### 4.4.3 Divisão em decis por tamanho da entrega

A mesma divisão que foi feita quando analisada somente a OCP por entrega será feita para a OCP por montagem. Cada entrega foi classificada em um decil de igual tamanho. A Tabela 18 detalha cada decil.

**Tabela 18. Por decil, quantidade de entregas e média de caixas equivalentes por entrega.**

<b>Decil</b>	<b>Quantidade de entregas</b>	<b>Média de caixas por entrega</b>	<b>Valor mínimo do decil</b>	<b>Valor máximo do decil</b>
1	221	0,9	0,3	1,4
2	221	1,6	1,4	2,0
3	221	2,4	2,0	2,6
4	221	2,8	2,6	3,2
5	221	3,7	3,2	4,3
6	221	5,1	4,3	5,8
7	221	7,1	5,8	8,6
8	221	10,7	8,6	14,1
9	221	24,0	14,2	41,5
10	222	91,1	41,6	380,2

Os intervalos dos decis na divisão da OCP por montagem são parecidos com a OCP por entrega, viabilizando a comparação. Nesta classificação, só estão as entregas de tipo Só Descartável, assim como aquelas que não tinham tempo de entrega disponível ou cujo tempo de entrega era muito alto (5% maiores), foram retiradas.

**Tabela 19. Comparação entre média dos tempos de entrega or caixa, por decil, entre as OCPs por entrega e montagem.**

Decil	Média do tempo de entrega por caixa	
	OCP por montagem	OCP por entrega
<b>1</b>	00:08:01	00:08:35
<b>2</b>	00:05:26	00:06:00
<b>3</b>	00:04:35	00:04:41
<b>4</b>	00:03:58	00:03:58
<b>5</b>	00:03:21	00:03:40
<b>6</b>	00:02:58	00:03:01
<b>7</b>	00:02:29	00:02:47
<b>8</b>	00:02:04	00:02:09
<b>9</b>	00:01:38	00:01:45
<b>10</b>	00:01:03	00:01:07

Quando se analisa a média dos tempos de entrega por caixa de cada OCP, o ganho da OCP por entrega não é verificado. Na verdade, com exceção do decil 4 que é igual, todos os outros valores são superiores para a OCP por entrega. Esse fato não é esperado, já que com a OCP por entrega espera-se que o tempo de entrega por caixa seja reduzido.

#### 4.5 Análise da duração das etapas da rota

Dado que não foi encontrada nenhuma evidência de que a OCP por entrega consegue reduzir o tempo de entrega por caixa, é importante entender o possível impacto que a OCP por entrega traria para a distribuição.

O objetivo da logística é garantir o nível de serviço aos clientes ao menor custo possível. Na distribuição, custos significam caminhões e a mão-de-obra para a operação (motoristas e ajudantes). Logo, para uma determinada quantidade a ser entregue por um CDD em um dia, quanto menos caminhões estão disponíveis para fazê-la, menor são os custos da distribuição.

No processo de roteirização, os limitantes são a capacidade do caminhão e o tempo de rota. A jornada máxima que um motorista e ajudante podem fazer em um dia é limitada e, portanto, por mais que ainda haja capacidade para carregar mais entregas no caminhão, o software pode limitar a quantidade de entregas de acordo com o tempo estimado para realizar todas as entregas.

Esse tempo estimado é o ponto chave. Há três componentes no tempo de rota:

- Tempo em rota: caminhão fazendo o percurso entre PDVs ou entre CDD e PDVs; é estimado de acordo com a distância a ser percorrida
- Tempo de espera no PDV
- Tempo de descarga no PDV: estimado em 12 segundos por caixa

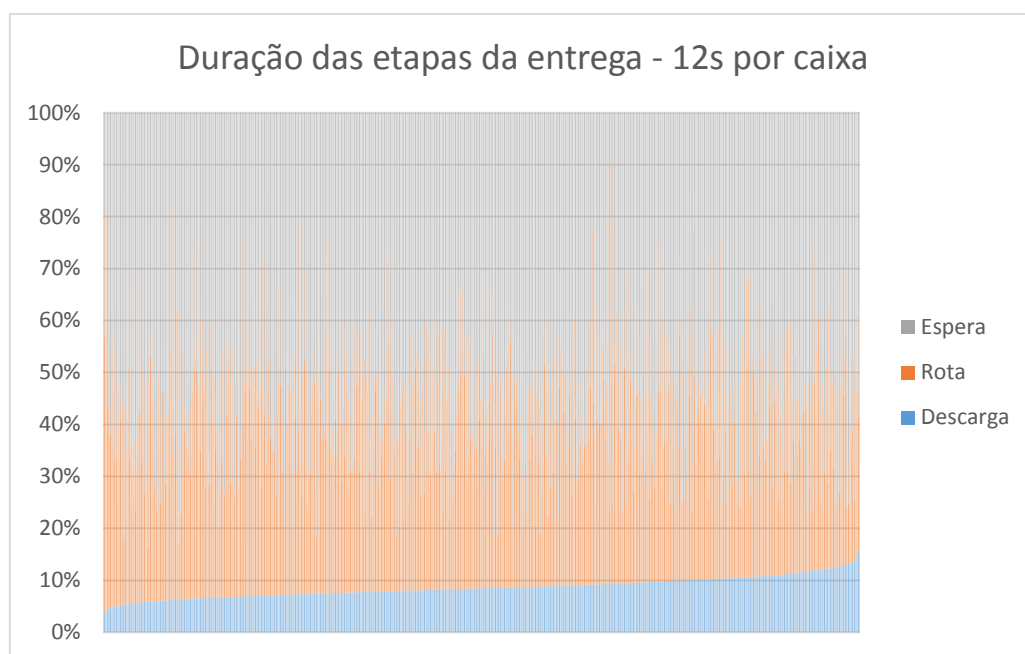


**Figura 26. Esquema da composição da duração da rota.**

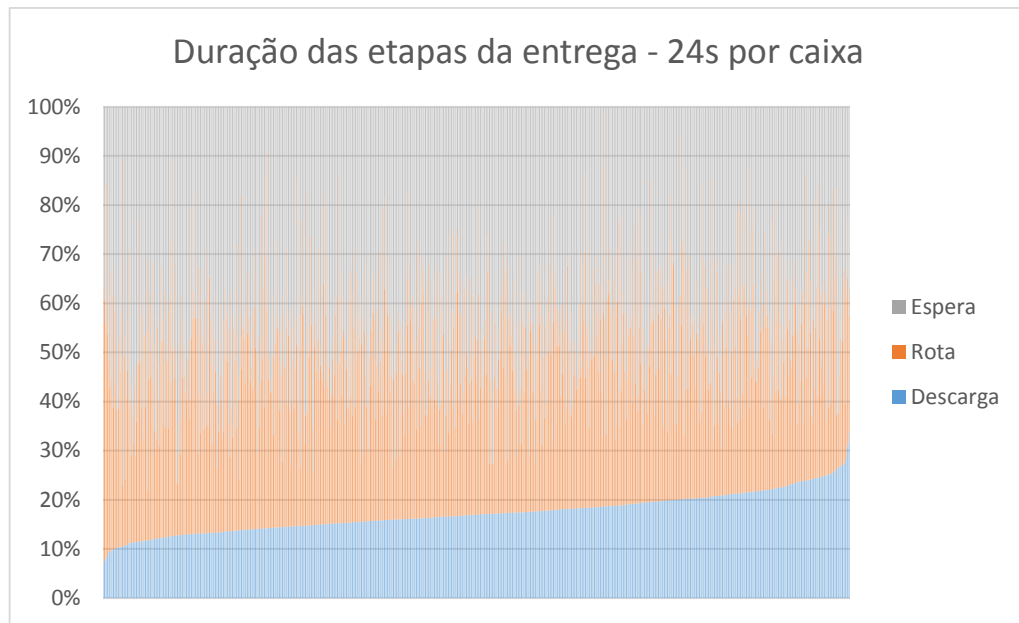
A OCP por entrega tenta reduzir somente o tempo de descarga. O objetivo é que, facilitando a descarga ao organizar o *pallet* de acordo com a sequência de entregas, o tempo de descarga seja reduzido na prática embasando uma estimativa menor de tempo de descarga na roteirização. Assim, os caminhões poderiam fazer mais entregas resultando em menos caminhões e um custo de distribuição menor. Para isso, é importante compreender o impacto dessa parcela da distribuição na duração da rota.

Foram gerados dois cenários com base no período da OCP por entrega. O sistema de *tracking* não fornece o tempo de espera e o tempo de descarga, somente o tempo de entrega que é a soma dos dois. Para isso, é necessário estimar o tempo de descarga. O primeiro cenário, considera que o tempo de descarga resulta de 12 segundos por caixa, que é o utilizado pela empresa e um parâmetro confiável, enquanto o segundo cenário considera o dobro, 24 segundos por caixa, sendo mais pessimista com relação ao tempo de descarga e considerando que a empresa subestima em muito o tempo de descarga por caixa.

As Figuras 15 e 16 mostram os gráficos com todas as rotas com tempo de rota e tempo de entrega disponível do período de 02/03/2015 e 04/08/2015, ordenadas pelo tempo total de descarga de maneira crescente. Para cada rota, foram somados todos os tempos de entrega. Assim, calcula-se o tempo em rota e os tempos de espera e descarga de acordo com o cenário (12 ou 24 segundos).

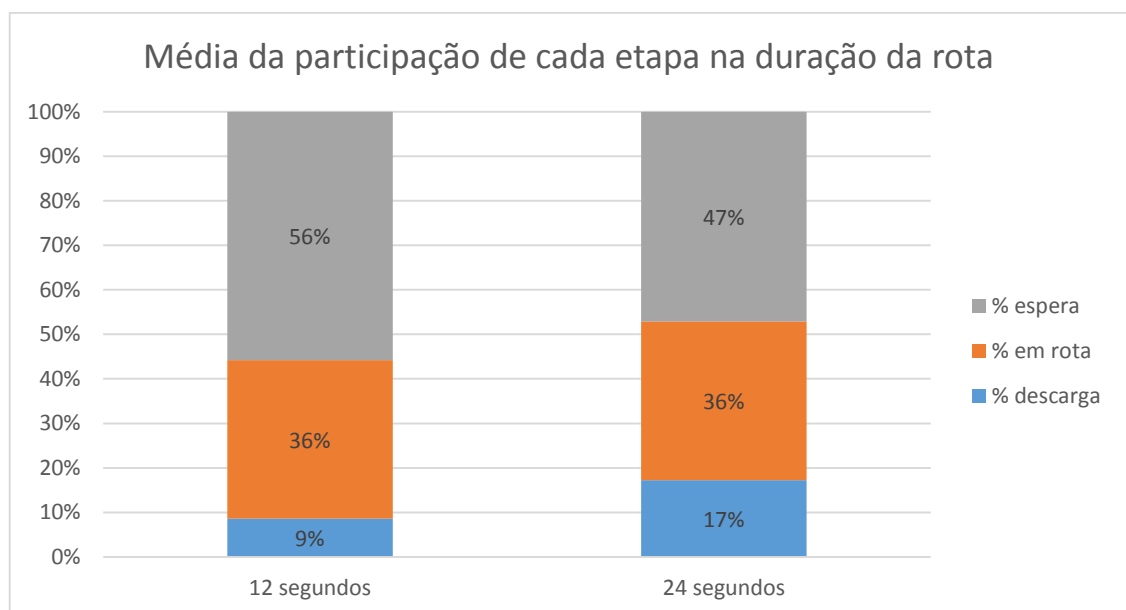


**Figura 27. Gráfico da distribuição percentual da duração das etapas da entrega, considerado 12 segundos por caixa equivalente como tempo de descarregamento.**



**Figura 28.** Gráfico da distribuição percentual da duração das etapas da entrega, considerado 24 segundos por caixa equivalente o tempo de descarregamento.

Na Figura 17 dois cenários são comparados quanto à média do tempo de duração de cada etapa percentualmente na duração da rota.



**Figura 29.** Gráfico da média da participação de cada etapa da entrega na duração total da rota.

Percebe-se que o tempo de rota nos dois casos representa 36% da duração da rota em média. O tempo de descarga é a parcela menos representativa, com 9% para 12 segundos e 17% para 24 segundos. Por sua vez, o tempo de espera é a grande parcela da duração da rota, com 56% para 12 segundos e 47% para 24 segundos.

Analisando a OCP por entrega, caso esta implicasse numa redução de 30% no tempo de descarga, valor hipotético e que seria muito elevado, resultaria em uma redução na duração da rota por volta de 2,7% no cenário de 12 segundos e de 5,4% no cenário de 24 segundos. Ou seja, muito pouco.

No melhor cenário hipotético, uma redução de 5,4% na duração da rota seria excelente para a empresa caso resultasse em 5,4% ou mais de redução nos custos. Porém, essa relação não é direta. Sabe-se que o processo de distribuição logístico apresenta inúmeros fatores aqui não contabilizados que podem afetar a roteirização, projeção da quantidade de caminhões necessária e a própria distribuição. Logo, não é possível afirmar que tal ganho na redução da duração da rota seria convertida em redução de custos.

Seria mais proveitoso para a empresa focar na redução do tempo de espera, que é a maior parcela nos dois cenários. O mesmo ganho de 5,4% no cenário hipotético de 24 segundos por caixa e redução de 30% no tempo de descarga por caixa, seria obtido caso houvesse uma redução no tempo de espera de 11%, valor bastante inferior aos 30% de redução necessários para o tempo de descarga.

A redução do tempo de espera pode passar por um melhor alinhamento entre a equipe de vendas e a roteirização, procurando saber qual é o melhor horário para a entrega, evitando longos períodos de espera para que algum representante do PDV esteja disponível para receber a entrega. Os próprios motoristas sabem muitas vezes os horários que os PDVs de sua região estão abertos e podem ser consultados. O ideal seria criar uma base de dados que fosse utilizada na roteirização, tentando programar a entrega para a janela em que o PDV está disponível para receber a entrega.

A redução do tempo de rota é mais complicada, pois há menos margem para mudança. O uso de aplicativos de *smartphones* de otimização de rota com base em informações em tempo real de congestionamentos pode ser utilizado já que os motoristas usam *smartphones* para o sistema de *tracking*.

## 5 Conclusões

O objetivo inicial deste projeto era concluir se a OCP por entrega traz ganhos a distribuição, ou seja, se é eficaz em reduzir o tempo de descarga. O trabalho provou que a OCP por entrega não tem conseguido efetivamente reduzir o tempo de entrega. Por mais que a OCP por entrega beneficie o rendimento da descarga dos produtos, não se observa um efeito significativo sobre o tempo de entrega devido à representatividade do tempo de descarga frente às outras parcelas que o compõem.

Se por um lado não traz vantagens ao desempenho da distribuição *outbound*, a OCP por entrega tem impacto negativo nas atividades dentro do armazém, implicando em maior complexidade na montagem de cada *pallet*, uma vez que se deve seguir a ordem de entrega dos produtos ao passo que há uma variedade significativa de SKUs, implicando num processo de *picking* (formação de carga) significativamente complexo. Desse modo, a OCP por entrega tem um impacto negativo ao processo logístico como um todo se comparado à OCP por montagem, alternativa empregada nos demais CDDs da empresa e que tem como objetivo trazer menos complexidade à formação dos *pallets*.

Sobre as análises, a principal métrica utilizada foi o tempo de entrega por caixa, uma vez que o tempo de entrega por si só não informa muito, visto que varia principalmente tamanho da entrega. Por sua vez, o tempo de descarga, parâmetro mais relevante para quantificar-se o impacto do método de formação de carga, não pôde ser utilizado pois não é medido na prática, apenas estimado. O tempo de entrega por caixa é uma métrica que considera a duração e o tamanho da entrega e, sendo o dado disponível, foi considerado como o indicador mais adequado para avaliar-se o desempenho da distribuição.

Essa métrica foi comparada primeiramente entre rotas aderidas e não aderidas, ou seja, que foram realizadas conforme a sequência planejada ou não. Esse fator é fundamental para a OCP por entrega pois os *pallets* são montados de acordo com a sequência de entrega de modo a facilitar a descarga, o que demanda que esta sequência seja respeitada para que o método tenha efetividade.



Esperava-se que as rotas aderidas indicassem tempo de entrega por caixa menor que as não aderidas, pois sua descarga foi facilitada pela OCP por entrega, porém, isso não foi observado. Identificou-se um melhor desempenho apenas em uma combinação bastante particular das características das entregas, que incide com uma frequência consideravelmente baixa – entregas aderentes (36%) apenas com produtos descartáveis (14%), nos decis de maior volume de produtos (da ordem de 60%) e com tempo de entrega médio por caixa equivalente suficientemente baixo (menor que 30%), resultando em uma representatividade de aproximadamente 1% de todas as entregas.

Quando a OCP por entrega foi comparada a outro modo de formação de carga, a OCP por montagem, também não foram observado ganhos significativos, sendo que na maioria das comparações, a OCP por entrega teve um desempenho ligeiramente pior que a OCP por montagem quando analisado o tempo de entrega por caixa, o que pode ocorrer devido a flutuações dos dados e também a perfis diferentes das entregas avaliadas, uma vez que as bases de dados são de épocas do ano diferentes e o volume de vendas de uma empresa de bebidas é reconhecidamente sazonal.

A natureza da OCP por entrega supõe que os motoristas seguirão a sequência de entrega. Porém, isso ocorre muito pouco, na média, 22% segundo a classificação A e 36% segundo a classificação B das entregas por rota estão “OK”, ou seja, seguindo a sequência planejada. Para que seja possível apropriar-se dos benefícios da OCP por entrega, um dos requisitos é que haja uma taxa de aderência alta à sequência de entrega, o que não ocorre.

É importante ressaltar que pode haver fatores limitantes às análises que influenciaram os resultados obtidos. Primeiro, a qualidade das bases de dados, com vários dados não informados e que invalidaram o uso de uma série de registros, à própria limitação da medição do tempo de descarga, que é apenas estimado, e à indisponibilidade de uma base de dados que informasse em qual *pallet* cada entrega estava carregada, resultando em aproximações nas classificações de aderência.

Segundo, o fato de a comparação entre a OCP por entrega e a OCP por montagem ter se dado em períodos do ano diferentes. O ideal é que tivessem sido comparadas

em mesmos períodos do ano para evitar possíveis sazonalidades, que impactariam o perfil das entregas e contaminariam o tempo de entrega por caixa.

Por fim, pode-se concluir que no contexto atual o método da OCP por montagem faz mais sentido, uma vez que custos adicionais oriundos de uma formação de carga mais complexa devido à OCP por montagem não se justificam através dos benefícios obtidos na distribuição.

De modo geral, o tempo de descarga não deve ser o foco principal dos esforços em reduzir-se a duração das rotas e aumentar a eficiência dos caminhões, pois é pouco significativa frente às outras parcelas do tempo total da rota: tempo em rota e tempo de espera. Esses dois são mais relevantes na duração da rota e eventuais melhorias nos mesmos trariam maior impacto na redução de custos associados ao processo de distribuição.

Vale ressaltar que, uma vez reduzidos os problemas de não aderência ao planejamento e de tempo de espera, a OCP por entrega pode apresentar efetivamente resultados relevantes ao desempenho da distribuição.

## **6 Referência Bibliográfica**

CUNHA, C. B. Contribuição à Modelagem de Sistemas Logísticos e de Transportes. São Paulo, 2006. Tese (Livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física / Ronald H. Ballou; tradução Hugo T. Y. Yoshizaki. – São Paulo: Atlas, 1993. 388 p.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Porto Alegre: Bookman, 2006

CAIXETA-FILHO, José Vicente; MARTINS; Ricardo Silveira. Gestão logística do transporte de cargas. São Paulo : Atlas, 2001. 296 p.

## 7 Anexos

### 7.1 Análises da aderência e planejamento das rotas

Além das análises sobre a OCP por entrega, foram feitas análises complementares sobre o planejamento e os perfis das rotas. O foco aqui são os atrasos em rota, que trazem prejuízos à empresa.

O tempo máximo de duração de uma rota é de 8h20 mais uma hora de almoço do motorista e ajudante, 30 minutos de liberação e 30 minutos de conferência na volta, totalizando 10h20. Quando passa desse valor, a empresa deve pagar um extra aos funcionários.

O atraso se deve a uma diferença entre o planejado e o realizado. Quando busca-se minimizar os atrasos ou os erros de roteirização, o processo de definição da rota é melhorado e existe a possibilidade de ganhos em ocupação, já que mais entregas podem fazer parte da rota. Isso reduziria custos à empresa, pois menos caminhões poderiam ser utilizados.

Foram fornecidos dois bancos de dados do período de 03/01/2015 a 31/05/2015, período em que a OCP por entrega estava em vigência. O primeiro com informações sobre todas as rotas feitas no período e o segundo com informações sobre todas as entregas feitas no período.

A análise foi dividida em duas partes: aderência ao que foi planejado e planejamento, sendo essas partes divididas em subitens selecionados com base em hipóteses de possíveis problemas. A parte de planejamento será baseada em grande parte no uso do software de roteirização Roadshow. Cada análise tem como objetivo tirar conclusões de modo a poder entender qual dos problemas é mais crítico e deve ser focado.

### 7.1.1 Aderência

A aderência se refere a uma série de indicadores que indicam o que aconteceu na entrega. Ou seja, se o que foi programado foi seguido pelos motoristas e ajudantes na entrega. Sabe-se que há muitas diferenças entre o que é programado e o que acontece na prática. O intuito desta parte é entender quais são os problemas, quais problemas são significativos e seu impacto na distribuição. O principal objetivo é encontrar causas para os atrasos (jornada líquida maior que 8h20) e os impactos que causam.

É interessante ressaltar que muitas entregas não possuíam todos os dados necessários, logo, foi feita uma separação de quais entregas seriam analisadas ou não. Para isso, foram consideradas somente as rotas que tinham todas as entregas com os dados necessários consistentes. Chegou-se a números um pouco menores que os anteriormente apresentados. Foram analisadas 46.506 entregas em 3.833 rotas em 3.999 PDVs.

### 7.1.2 PDVs problemáticos

Uma das hipóteses para as causas dos atrasos são PDVs considerados problemáticos. É possível que haja PDVs em que as entregas são feitas rapidamente e outros em que se demore mais do que o planejado. Ou então que haja PDVs em que ocorram repasses com frequência. Esta segunda causa será tratada na parte de repasse.

É importante definir como é planejado o tempo de entrega por PDV. O tempo de entrega pode ser dividido em duas partes: tempo de descarga e tempo de espera. O primeiro se refere ao tempo que é gasto tirando as caixas do caminhão e o segundo ao tempo gasto esperando que se possa começar a descarregar o caminhão.

$$\textit{Tempo de entrega} = \textit{tempo de espera} + \textit{tempo de descarga}$$

É importante ressaltar que o problema se dá quando o tempo de entrega é maior que o planejado. Ele pode ser alto contanto que esteja dentro ou próximo do planejado. Um tempo de entrega maior do que foi previsto pelo Roadshow pode ser uma fonte causadora de atrasos na jornada líquida.

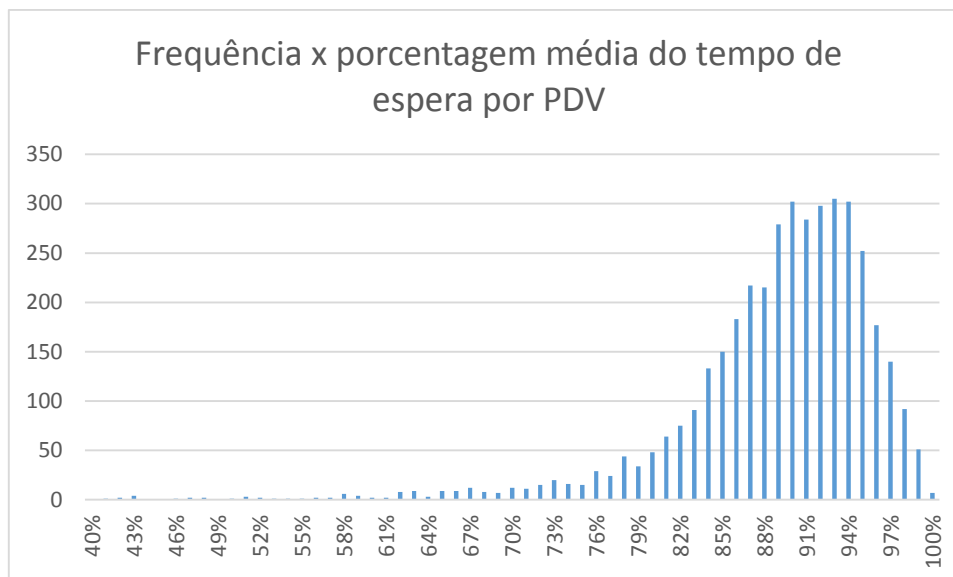
Por sua vez, a demora na entrega pode ter duas fontes causadoras:

- Particularidades do PDV: funcionários que fazem os motoristas esperarem, dificuldade em estacionar o veículo de entrega ou configuração do estabelecimento não possibilita a descarga de maneira rápida;
- A entrega: é possível que determinado PDV peça, na média, uma variedade alta de produtos (SKUs) ou uma quantidade alta de produtos. Por mais que o Roadshow planeje o tempo de entrega de acordo com a quantidade de caixas a serem entregues, se a OCP por entrega não for seguida o tempo de descarga pode aumentar. Lembrando que a função da OCP por entrega é otimizar o descarregamento ordenando os pedidos nos *pallets*;

Um problema dos dados obtidos é o fato de que o tempo de descarga não é medido. Ele é calculado considerando 12 segundos por caixa. Como sabe-se quantas caixas serão entregues, estima-se o tempo de descarga. Desse modo, a segunda fonte causadora de atrasos não pode ser avaliada com os dados obtidos.

Uma primeira análise é a identificação da existência de PDVs em que o tempo de entrega é muito afetado pelo tempo de espera. Como o tempo de descarga é planejado, a parcela do tempo que resta é considerada como tempo de espera.

Primeiramente foi calculado o tempo médio de espera por PDV. Em seguida, para cada PDV, foi calculado a porcentagem do tempo médio de espera pelo tempo médio total. O gráfico abaixo mostra a frequência de PDVs pela porcentagem do tempo médio de espera pelo tempo médio total. Foram calculados em intervalos de 1,0%.



**Figura 30. Gráfico da frequência pela porcentagem média do tempo de espera por PDV.**

A média da distribuição da porcentagem média de tempo de espera por PDV é 88% com desvio padrão de 8,0%. 95,5% dos dados estão entre 72% e 100%.

A interpretação dessa análise leva a duas conclusões:

- Primeiramente, é importante frisar que há um problema muito grave com essa análise: o tempo de descarga é estimado e não medido, assim como o tempo de espera. O único dado medido que se tem é o tempo de entrega. Isso deixa dúvidas quanto a possibilidade de dividir o tempo de entrega nas suas componentes e analisa-los. Só seria válido caso o tempo de entrega variesse pouco com relação ao estimado e isso validaria as conclusões abaixo;
- O tempo de espera representa grande parte do tempo de entrega;
- Na maioria dos PDVs o tempo de espera representa uma parcela muito alta do tempo de entrega. A redução do tempo de espera causaria um grande impacto na redução do tempo de entrega e consequente otimização da rota, fazendo mais entregas na mesma rota.

### 7.1.3 Rotas atrasadas e o tempo de espera

Uma vez concluído que o tempo de espera é muito alto comparado com o tempo de entrega, deve-se analisar o impacto disso na jornada líquida e nos atrasos.

Somente 687 rotas dentre as 4700 realizadas entre 03/01 e 30/05 de 2015 puderam ser analisadas pois continham todos os dados necessários para a análise. Essa amostra é diferente da analisada anteriormente.

Para compreender o impacto do tempo de espera nos atrasos da jornada líquida, deve-se comparar o tempo médio de espera nas rotas que atrasam com as rotas normais. As rotas que atrasam são aquelas em que a jornada líquida supera 8h20.

Na tabela abaixo, compara-se as rotas com atraso com as rotas sem atraso nos quesitos tempo de espera total sobre tempo de entrega total e tempo de espera total.

**Tabela 20. Comparação das rotas com e sem atraso nos quesitos tempo de espera total em relação ao tempo de entrega total e tempo de espera total.**

	Média do Tempo de espera total / média do tempo de entrega total	Média do tempo de espera total	# de rotas analisadas
Rotas com atraso	86,0%	04:49:56	178
Rotas sem atraso	80,8%	03:21:58	509

Percebe-se que nas rotas com atraso, o tempo de espera representa em média uma parcela maior do tempo de entrega que nas rotas sem atraso. Além disso, a média do tempo de espera total nas rotas com atraso é consideravelmente maior que nas rotas sem atraso, da ordem de 43% a mais.

Conclusões dessa análise:

- O tempo de espera tem impacto no atraso das rotas. Rotas que atrasam apresentam tempo de espera maior;
- Entretanto, o impacto não é tão significativo (86,0% contra 80,8%);



#### 7.1.4 Aderência à sequência

Nesta etapa, será analisado se a aderência à sequência de entrega programada impacta a jornada líquida de modo a causar atrasos.

Foram analisadas as mesmas rotas do item anterior. Nessas rotas, foram realizadas 8797 entregas. Dessas entregas, somente 1977 foram na ordem de sequência programada, ou seja, 22,5%. É um percentual muito baixo, já que o ideal seria seguir a ordem de entrega programada pelo Roadshow, que busca minimizar as distâncias percorridas e, conseqüentemente, o tempo de deslocamento.

A tabela abaixo mostra, para as rotas com atraso e as rotas sem atraso, qual a porcentagem de entregas que não estavam na sequência correta.

**Tabela 21. Porcentagem de entregas que não foram executadas na sequência correta, para as rotas com e sem atraso.**

	Entregas que não estavam na sequência / total de entregas	# de rotas analisadas
Rotas com atraso	77,9%	178
Rotas sem atraso	73,5%	509

#### Conclusões:

- As rotas com atraso têm um percentual de entregas fora da sequência ligeiramente maior que as rotas sem atraso;
- A diferença é pequena, não sendo assim tão significativa a relevância da sequência das entregas;

No acompanhamento da distribuição feito pelo grupo, algumas razões para o não cumprimento da sequência de entrega foram percebidos:

- O motorista, por razões diversas, preferiu alterar a sequência de entrega. Pode ser por que ele não gostou da sequência que foi feita, porque ele sabe que algum PDV não estará aberto no horário programado da visita ou por algum fator desconhecido;
- O motorista não consegue seguir a sequência de entrega. Pode ser por causa do PDV que não estava apto a receber a entrega no momento em que o motorista chegou ou por problemas no caminho que impossibilitaram que ele chegasse ao PDV;

É importante ressaltar que as conclusões acima feitas, como já dito, dependem de se assumir que o tempo de descarga não apresenta grandes diferenças entre o real e o programado, já que os dados de tempo de descarga fornecidos não são os reais, mas sim os calculados.

#### 7.1.5 Repasse

O repasse é o nome que se dá para quando o veículo passa em um PDV para fazer a entrega, não consegue realiza-la e retorna em algum outro momento da jornada. O repasse é diferente da aderência, já que esta última é simplesmente o não cumprimento da ordem de entrega pré-estabelecida.

Os repasses podem impactar a jornada líquida da rota uma vez que adicionam ao percurso uma distância que não tinha sido planejada.

A tabela abaixo mostra, para rotas com e sem atraso, a quantidade de repasses e a porcentagem média de entregas com repasse em relação às entregas totais.

**Tabela 22. Quantidade de repasses e porcentagem média de entregas com repasse (em relação às entregas totais).**

	Média da quantidade de repasses por rota	Média da quantidade de repasses / quantidade de entregas por rota	# de rotas analisadas
Rotas com atraso	1,96	14,3%	178
Rotas sem atraso	1,09	8,6%	509

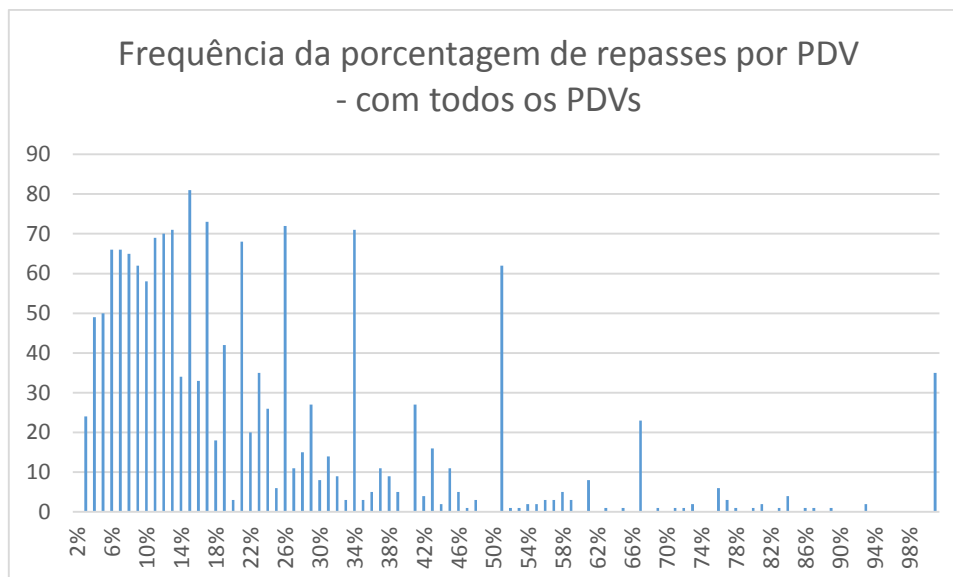
Como se pode perceber, as rotas com atraso apresentam, em média, mais PDVs com repasse por rota e uma proporção maior dos PDVs com repasse frente a quantidade total de entregas por rota.

Sendo assim, conclui-se que:

- Repasses afetam a jornada líquida e causam atrasos
- É notável o impacto dos repasses nas rotas com atraso

Dando continuidade à análise anterior de PDVs problemáticos, é importante verificar se há PDVs em que ocorrem muitos repasses, ou seja, que sejam PDVs críticos e causadores de atrasos nas rotas.

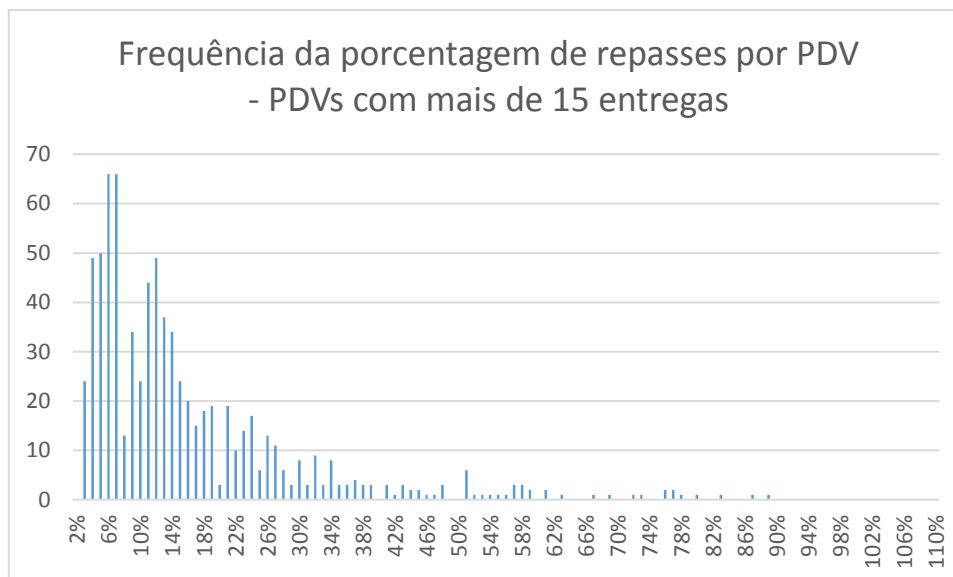
Foram analisados 3.999 PDVs e em 2.391, ou seja, 59,9%, não houve repasses. O restante dos PDVs em que houve pelo menos um repasse está representado no gráfico de frequências a seguir:



**Figura 31. Gráfico da frequência da porcentagem de repasses por PDV.**

A média dessa distribuição é 23,0%. A existência de *outliers* como 100%, 66%, 50% e 33% é explicada pelo baixo número de entregas feitas a alguns PDVs, o que explica a alta frequência de frações como  $2/3$ ,  $1/2$  e  $1/3$ .

Como a interpretação dessa distribuição pode ser enviesada pela alta quantidade de PDVs com poucas entregas, o ideal é retirar os PDVs não relevantes. Sendo assim, a distribuição abaixo só considera PDVs com mais de 15 entregas. Desse modo, foram considerados 1251 PDVs.



**Figura 32. Frequência da porcentagem de repasses por PDV para PDVs com mais de 15 entregas.**

A média dessa distribuição é 9,8%, muito menor que na distribuição considerando todos os PDVs. De um modo geral, não há uma forte tendência de repasses nos PDVs. Há alguns que podem ser considerados críticos, como aqueles com mais de 25% de repasses, porém são somente 3,86% dos PDVs, ou seja, uma parcela insignificante.

Conclusões:

- Os repasses são um fator causador de atrasos, porém PDVs problemáticos no quesito repasses são insignificantes;
- 96,14% dos PDVs com mais de 15 entregas realizadas no período analisado tiveram índices inferiores a 25% de repasses;

#### 7.1.6 Rotas perfeitas

É interessante analisar o que seria uma rota perfeita, ou seja, que cumpre tudo o que se espera dela de modo a compreender quais são essas rotas. Neste trabalho, definimos “rota perfeita” como uma rota que não atrasa, que cumpriu a sequência de entrega na ordem correta e que não precisou fazer um repasse.

687 rotas contém todas as informações necessárias para fazer essa análise. Dessas, somente 28, ou 4,1%, são perfeitas. É uma porcentagem muito baixa, o que fornece uma dimensão do problema e indica a dificuldade em se cumprir a rota exatamente como planejado.

A tabela abaixo fornece dados sobre os dois tipos de rota divididos pelo carregamento, ocupação e quantidade de entregas.

**Tabela 23. Carregamento, ocupação e número de entregas médio em relação às “rotas perfeitas” e “rotas imperfeitas”.**

	#	Carregamento médio (caixas)	Ocupação média (%)	# entregas médio
Perfeitas	28	388,2	92,8%	2,9
Imperfeitas	659	293,8	71,1%	21,4

Ao analisar o carregamento e a ocupação, percebe-se que o resultado obtido não está como o esperado. O que se esperaria é que rotas perfeitas tivessem um carregamento menor e uma ocupação menor, pois o carregamento e a ocupação podem ser causadores de atrasos, não aderência e repasses.

Porém o que explica esses dados é o número de entregas médio. As rotas perfeitas apresentam uma quantidade de entregas baixíssima, de 2,9 por rota. Com uma quantidade tão baixa é realmente esperado que não atrasem, tenham aderência à sequência de entrega e que não precisem fazer repasses. Resumindo: não são rotas complicadas de serem executadas.

A conclusão principal dessa análise é: rotas perfeitas são raras e só acontecem por serem de baixa complexidade. Ou seja, é esperado que as rotas tenham problemas.

## 7.2 Planejamento

Como já explicado anteriormente, o planejamento das rotas é feito de modo a otimizar o percurso dos veículos de entrega alocando os itens de entrega nos caminhões de moto a utilizar a frota disponível da melhor forma. Como resultado desse processo, é elaborado uma distribuição das cargas pelos veículos, as sequências de entrega e o quais e quantos itens serão entregues em cada PDV.

Os limitantes são a jornada líquida máxima (8h20), o peso máximo de cada veículo e o volume máximo disponível em cada veículo.

Sendo assim, como são feitos buscando modos eficientes, é importante que o que foi planejado seja cumprido na prática, ou seja, que o tempo de entrega seja próximo ao tempo previsto, que as entregas sejam feitas corretamente em cada PDV e sempre mantendo o nível de serviço desejado.

Diferenças entre o planejado e o ocorrido na prática devem ser analisadas e, se possível, os fatores causadores devem ser identificados. Este é o objetivo desta parte.

### 7.2.1 Parâmetros básicos

De início, calculou-se correlações entre as jornadas líquidas para rotas com e sem atraso com os seguintes fatores para tentar compreender se, com uma análise superficial como é a correlação, consegue-se identificar algum padrão que explique os atrasos:

- Ocupação

A taxa de ocupação do caminhão pode estar relacionada com a dificuldade de execução da rota, uma vez que isso implica num peso maior do veículo a ser controlado pelo motorista e um volume maior de itens carregados que dificulta no manuseio dos produtos dentro do caminhão.

- Quantidade de caixas carregadas

A quantidade de caixas carregadas, assim como a ocupação, também remete a complexidade na hora da distribuição, visto que quanto maior o número de caixas carregadas, maior o número e volume de itens carregados.

- Quantidade de entregas feitas

Quanto maior o número de entregas feitas mais complexa é a rota e maiores são as ocorrências de eventos causadores de atrasos, como espera, descarga de produtos, pagamento e outros.

A partir dessa lista de possíveis causas, foram obtidos os seguintes índices de correlação:

**Tabela 24. Correlação entre a jornada líquida e o número de entregas, ocupação do veículo e caixas carregadas por rota**

Correlação	# entregas na rota	Ocupação (%)	Caixas carregadas por veículo
Jornada líquida	25,7%	-11,4%	-10,9%

Segundo as correlações obtidas, a ocupação do veículo e as caixas carregadas por veículo apresentam correlação muito baixa com o tempo de jornada líquida. Entretanto a quantidade de entregas na rota apresenta correlação ligeiramente significativa com o tempo de jornada líquida. Não é um fator que explica por si só o tempo na jornada líquida, mas apresenta uma certa correlação positiva.

Além disso, foi feita a seguinte tabela com as médias das rotas para alguns parâmetros separando-as de acordo com a existência de atrasos ou não.



**Tabela 8. Média de entregas, ocupação, caixas carregadas e jornada líquida das rotas com e sem atraso**

	Média de entregas feitas por rota	Média da ocupação (%)	Média de caixas carregadas por veículo	Jornada líquida média
Com atraso	18,4	72,7	320,1	11:25:34
Sem atraso	16,8	69,9	304,3	7:58:21

Observa-se que as rotas com atraso apresentam mais entregas por rota, veículos mais ocupados e mais caixas carregadas por veículo. Porém, as diferenças são baixas, de 10%, 4% e 5% respectivamente. Ou seja, esses fatores podem indicar rotas que atrasem, porém de modo não significativo.

#### 7.2.2 Diferença da quilometragem

Há uma relação direta entre quilometragem e tempo de percurso. Por mais que em áreas urbanas, como é o caso do CDD analisado, essa relação possa variar dependendo do horário e da região (fator trânsito), ainda assim é importante.

Não só pelo impacto no tempo, mas também pelo impacto nos custos. A empresa calcula o quanto pagará pelo frete dos veículos à transportadora de acordo com a distância prevista a ser percorrida. Isso é feito com base nos meses anteriores. Logo, uma redução na distância percorrida pode ser importante para reduzir os valores pagos à transportadora.

De 5528 rotas feitas com veículos próprios (sem freteiros), foram analisadas 4838 rotas, somente as que tinham dados consistentes. A tabela abaixo mostra a intensidade dos erros do Roadshow.

**Tabela 25. Comparação dos tempos reais em relação aos tempos estimados pelo Roadshow.**

	#	%	Erro médio
Real > Roadshow	486	10,0%	38,6%
Roadshow > Real	4352	90,0%	31,5%

Pode-se concluir que normalmente o Roadshow superestima as distancias percorridas, já que em 90% das rotas a distância prevista pelo Roadshow é maior que a percorrida na entrega. O Erro médio da distância percorrida é próxima nos dois casos, porém alta, maior que 30%.

Conclusões:

- O Roadshow tende a superestimar a distância a ser percorrida, isso pode ser devido a imprecisões no mapa do software, do algoritmo ou dos processos de roteirização;
- O erro do software é alto, maior que 30% em média;
- Esse resultado é inesperado. O esperado seria o real ser maior que o Roadshow.

### 7.2.3 Diferença no tempo de rota

Das 5.528 rotas disponíveis para análise, 5.138 têm dados consistentes para essa análise. A tabela abaixo mostra os erros do Roadshow com relação ao tempo de rota.

**Tabela 26. Comparações do tempo estimado de rota pelo Roadshow e o tempo real medido.**

	#	%	Erro médio
Real > Roadshow	2.005	39,0%	28,1%
Roadshow > Real	3.122	60,8%	29,7%

Percebe-se que, assim como na quilometragem, no tempo de rota há uma tendência de superestimar o tempo total. Porém, menos, superestimando em 60,8% das rotas. O erro é de aproximadamente 30%.

Conclusões:

- O Roadshow tende a superestimar o tempo de rota
- O erro médio é de aproximadamente 30%

#### 7.2.4 Região

O fator região também foi escolhido para análise, visto que os motoristas raramente mudam a região na qual eles operam. Tal fato ocorre principalmente devido a familiaridade do motorista com as possíveis rotas e os PDVs da área. Porém, a correta análise deste fator necessita da caracterização de cada região, pois uma região pode apresentar várias características diferentes.

Primeiramente, a média de atrasos por rota de cada região foi calculada da mesma forma que a porcentagem de atrasos de cada motorista, ou seja, total de atrasos sobre total de rotas feitas. Em seguida, calculamos o total de notas fiscais carregadas e o total de notas fiscais entregues, assim como a percentual de notas fiscais entregues.

Por fim, também decidiu-se calcular as distâncias médias percorridas por rota de forma separada em laço e deslocamento. O trecho laço corresponde ao deslocamento do caminhão desde o primeiro PDV até o último. Já o trecho deslocamento representa a distância percorrida do CDD até o primeiro PDV somada a distância do último PDV até o CDD.

Assim, foi obtida a seguinte tabela:

**Tabela 27. Por região, total de entregas feitas, atrasos, dados de notas fiscais, deslocamento e quilometragem.**

Região	Total de rotas feitas	Total de atrasos	Média de atrasos por rota	Total de NF Carregadas	Total de NF Entregues	Porcentagem de NF Entregues (%)	NF carregadas por rota	Laço médio (km)	Deslocamento médio (km)	Kilometragem média por rota
<b>3</b>	2815	595	21%	58632	56905	97.1	20.8	10.8	26.6	37.4
<b>2</b>	3148	556	18%	64251	61731	96.1	20.4	12.0	26.2	38.2
<b>5</b>	335	194	58%	4931	4794	97.2	14.7	13.0	121.6	134.6
<b>1</b>	43	30	70%	626	601	96.0	14.6	6.2	36.3	42.5
<b>6</b>	227	135	59%	2215	2113	95.4	9.8	24.1	258.9	282.9
<b>20</b>	1	0	0%	41	41	100.0	41.0	16.2	41.9	58.1

A partir destes resultados, observa-se que as regiões 1, 5 e 6 apresentam altos índices de atrasos, acima de 50%, principalmente se comparado às regiões 2 e 3, cujos índices não passam de 21%. Por outro lado, se analisados somente os números absolutos de atrasos e rotas feitas, as regiões 2 e 3 representam 76% do total de atrasos e 90% do total de rotas.

Também é possível notar que o carregamento de notas fiscais das regiões 2 e 3 são maiores, em torno de 20, enquanto que as regiões 1, 5 e 6 tem o valor máximo de 14,7. Isso indica que provavelmente as regiões 2 e 3 apresentam uma densidade maior de PDVs.

Em relação às distâncias percorridas, as regiões 1, 5 e 6 apresentam longos trechos de deslocamento, o que pode significar que estas regiões estão mais afastadas do CDD. Em termos de trecho laço, a região 6 é a que apresentam uma maior disparidade de valor, 24.1km.

#### 7.2.5 Motoristas

Os motoristas e os ajudantes têm o papel importante de levar os produtos do CDD até o cliente, garantindo seu recebimento. Cada caminhão sai em rota sempre com um motorista e um ou dois ajudantes, quando necessário. Ao chegar no estabelecimento do cliente, o motorista, auxiliado pelos ajudantes, deve descarregar os produtos pedidos pelo cliente e carregar no caminhão as embalagens de retornáveis vazias. Em seguida, o motorista recebe o pagamento do pedido, em cartão, espécie ou cheque, entrega a nota fiscal correspondente ao cliente e, por fim, parte para o próximo cliente.

Assim, o desempenho dos motoristas e dos ajudantes é crucial para um bom funcionamento da etapa de distribuição. O perfil desta parcela dos funcionários da empresa é caracterizado principalmente pela baixa escolaridade e dificuldade no aprendizado de novos processos. Entretanto, em relação a eficiência baseada nos atrasos, se observada no nível individual de cada trabalhador, trata-se de uma característica heterogênea, uma vez que há uma grande diferença de performances entre os motoristas e entre os ajudantes.

Além disso, é necessário lembrar que o desempenho do motorista não depende somente de razões subjetivas, mas também de fatores externos como, por exemplo, trânsito, número de PDVs na rota e entre outros. Dessa forma, as análises feitas a seguir tratam os diferentes aspectos que influenciam o desempenho dos motoristas e ajudantes.

Através de dados fornecidos pela empresa correspondentes as rotas programadas e feitas no ano de 2015, foram obtidos, para cada motorista, os valores de: total de rotas feitas, total de atrasos, porcentagem de atrasos por rota, total de hectolitros carregados em seus caminhões, ocupação média, total de notas fiscais carregadas,

total de notas fiscais entregues, porcentagem de notas fiscais entregues, total de entregas e média de entregas por rota.

Antes de iniciar as análises, é necessário filtrar amostras não significativas, visto que estas podem gerar erros. Assim, dos 67 motoristas com matrículas nas bases de dados estudadas, foram descartados 15 motoristas que apresentavam menos de 50 rotas feitas, sobrando 52 motoristas.

Através dos valores obtidos nessa primeira etapa, pode-se perceber a grande heterogeneidade dos motoristas em relação a porcentagem de atrasos em relação ao total de rotas feitas, que varia de 3% a 49%. Além do que, os 10 motoristas com os menores índices de atrasos correspondem a 5,0% do total de atrasos, enquanto que os 10 com os maiores índices de atraso são responsáveis por 36,2% dos atrasos. Abaixo, a tabela com os motoristas e suas respectivas informações.

**Tabela 28. Dados de motoristas, número de entregas, atrasos, relação entre eles, ocipação dos caminhões.**

<b>Motorista</b>	<b># entregas</b>	<b># atrasos</b>	<b>Atrasos/entregas</b>	<b>Atrasos/total</b>	<b>Acumulado</b>	<b>HL carregados</b>	<b>Ocupação</b>	<b>Entregas</b>
111	120	3	3%	0,3%	0,3%	48,74	68,64	23,00
34	98	3	3%	0,3%	0,6%	42,33	61,67	23,69
855	95	3	3%	0,3%	0,8%	59,26	72,25	11,93
1007	64	3	5%	0,3%	1,1%	68,33	74,30	11,25
56	123	6	5%	0,6%	1,7%	54,87	94,00	22,00
226	123	7	6%	0,6%	2,3%	42,97	62,62	21,92
856	98	6	6%	0,6%	2,9%	59,85	78,03	10,48
611	92	6	7%	0,6%	3,4%	74,80	83,30	11,62

91	91	6	7%	0,6%	4,0%	62,34	83,36	15,22
1020	118	11	9%	1,0%	5,0%	55,26	88,54	14,00
109	123	12	10%	1,1%	6,1%	49,66	73,11	24,39
527	128	13	10%	1,2%	7,3%	51,09	72,30	14,62
110	119	13	11%	1,2%	8,5%	46,33	64,92	19,96
1016	129	15	12%	1,4%	9,9%	57,36	73,43	13,55
969	116	14	12%	1,3%	11,2%	42,22	62,80	23,97
526	105	13	12%	1,2%	12,4%	45,13	66,80	24,01
1003	124	16	13%	1,5%	13,9%	46,60	68,35	19,43
525	122	16	13%	1,5%	15,3%	53,04	71,98	11,07
545	97	13	13%	1,2%	16,5%	46,56	70,64	24,25
35	123	17	14%	1,6%	18,1%	35,21	55,21	23,33
90	127	18	14%	1,7%	19,8%	44,73	66,44	19,32
255	117	17	15%	1,6%	21,3%	51,84	72,66	19,92
992	95	14	15%	1,3%	22,6%	43,12	65,31	34,00
623	99	15	15%	1,4%	24,0%	44,20	64,21	27,32
3	95	16	17%	1,5%	25,5%	41,08	58,96	29,06
610	98	17	17%	1,6%	27,1%	39,87	56,06	23,00
348	97	17	18%	1,6%	28,7%	39,96	62,45	24,99
1032	83	15	18%	1,4%	30,0%	47,11	72,82	11,75
981	103	20	19%	1,8%	31,9%	46,28	69,13	24,43
852	117	23	20%	2,1%	34,0%	42,00	59,81	26,41
1028	103	21	20%	1,9%	36,0%	48,17	71,91	23,64
513	124	27	22%	2,5%	38,4%	42,92	61,55	19,11
51	118	27	23%	2,5%	40,9%	49,58	70,27	19,86

614	111	26	23%	2,4%	43,3%	50,92	70,25	19,53
113	71	18	25%	1,7%	45,0%	45,81	66,31	18,23
522	87	24	28%	2,2%	47,2%	107,12	86,12	1,20
993	101	29	29%	2,7%	49,9%	103,02	83,01	1,49
985	125	36	29%	3,3%	53,2%	43,16	61,67	28,88
515	100	29	29%	2,7%	55,9%	46,14	65,96	22,91
535	65	19	29%	1,8%	57,7%	72,99	85,54	9,00
1002	112	33	29%	3,0%	60,7%	42,23	65,20	28,40
540	108	33	31%	3,0%	63,8%	47,96	67,92	23,29
541	88	27	31%	2,5%	66,3%	43,26	61,98	21,72
1008	121	39	32%	3,6%	69,9%	49,05	68,96	21,33
1014	116	39	34%	3,6%	73,5%	41,62	63,81	26,07
963	88	30	34%	2,8%	76,2%	105,08	81,79	1,59
1018	126	44	35%	4,1%	80,3%	102,80	79,45	1,21
516	122	43	35%	4,0%	84,3%	43,23	67,69	23,31
1030	91	36	40%	3,3%	87,6%	60,01	92,37	32,00
339	120	53	44%	4,9%	92,5%	55,06	75,18	14,90
369	97	46	47%	4,3%	96,8%	54,26	72,46	7,00
1012	71	35	49%	3,2%	100,0%	48,41	71,58	25,38

Pode ser que essa grande diferença entre os motoristas seja explicada pelo fato de alguns motoristas estarem em rotas mais complexas, com mais entregas, maior ocupação do caminhão ou mais hectolitros carregados. Assim, analisou-se a correlação entre a porcentagem de atrasos dos motoristas com os fatores mencionados na tabela abaixo:



**Tabela 29. Número de entregas, ocupação e hectolitros carregados nos caminhões e a porcentagem de atrasos por motorista correspondentes.**

	# de entregas	Ocupação	HL carregados
Porcentagem de atrasos por motorista	-6,5%	6,4%	18,8%

A correlação entre os atrasos por motorista e possíveis fatores que os explicariam é muito baixa. Assim, pode-se suspeitar fortemente que as grandes diferenças entre os motoristas (porcentagem de atrasos variando entre 3% e 49%) são explicadas pela qualidade do motorista. Há motoristas que cumprem as rotas da melhor maneira possível e outros que não.

#### 7.2.6 Ajudantes

Como afirmado anteriormente, as rotas podem apresentar um ou dois ajudantes para auxiliar o motorista no descarregamento. Durante visita, a equipe de planejamento das rotas afirmou que todas as rotas são planejadas com um motorista e somente um ajudante, e que a decisão quanto ao número de ajudantes é feita pela equipe do CDD através da taxa de ocupação após o cálculo das rotas. Se a ocupação do caminhão for maior do que 60%, adiciona-se um ajudante. Caso contrário, a rota é executada com somente um ajudante.

No entanto, numa primeira impressão dos dados analisados, é possível perceber que a maioria das rotas operam com 2 ajudantes, cerca de 73%. Dessa forma, suspeita-se de que as rotas não estão sendo calculadas com base na situação real ou também pode-se gerar dúvida em relação a diferença entre uma rota com 1 ajudante ou 2.

Os ajudantes normalmente não estão atrelados a uma região ou motorista específico, como nos foi informado durante visitas ao CDD. Porém, de acordo com o

item anterior, pode-se afirmar que o perfil da rota pode mudar dependendo de sua localização. Logo, a fim de se obter resultados referentes a performance dos funcionários, decidiu-se dividir a análise entre as duas regiões com um maior número de rotas feitas, ou seja, as regiões 2 e 3.

Para cada região, separamos as rotas em dois tipos, rotas com um ajudante e rotas com dois ajudantes. Para cada situação, foram calculados os seguintes parâmetros: total de rotas feitas, total de atrasos ocorridos, porcentagem de atrasos ocorridos, quantidade média de hectolitros carregados, ocupação média, média de entregas por rota, total de notas fiscais carregadas, total de notas fiscais entregues e porcentagem de notas fiscais entregues. Logo, foram obtidas as seguintes tabelas:

### *Região 1*

**Tabela 30. Total de rotas, atrasos, carregamento, ocupação e notas fiscais de acordo com a proporção de ajudantes para a Região 1.**

Situação	Total de rotas feitas	Total de atrasos	% de atrasos	Quantidade de HI Carregados	Ocupação	Média de entregas por rota	Total de NF carregadas	Total de NF entregues	% de NF entregues
1 ajudante	429	165	38.5%	67.1	67.8	14.3	9613	9243	96.2%
2 ajudantes	1997	354	17.7%	45.7	64.8	21.6	52854	50756	96.0%

## Região 2

**Tabela 31. Total de rotas, atrasos, carregamento, ocupação e notas fiscais de acordo com a proporção de ajudantes para a Região 2.**

Situação	Total de rotas feitas	Total de atrasos	% de atrasos	Quantidade de HI Carregados	Ocupação	Média de entregas por rota	Total de NF carregadas	Total de NF entregues	% de NF entregues
1 ajudante	410	169	41.2%	72.5	72.5	12.1	9363	9087	97.1%
2 ajudantes	1576	372	23.6%	49.3	69.9	20.2	47525	46104	97.0%

Em ambas as regiões, nota-se que percentualmente ocorrem mais atrasos nas situações com um ajudante, cerca de 40%, do que nas situações com dois ajudantes, próximo de 20%. Porém, se analisarmos a quantidade de hectolitros carregados e a ocupação, as rotas com um ajudante apresentam maior quantidade de produtos do que as rotas com dois ajudantes. Esse fato pode indicar que a tomada de decisão quanto ao número de ajudantes por rota não está sendo feita da forma como foi informada ao grupo, e também pode ser uma possível explicação para a diferença da porcentagem de atrasos.

Sobre o número de entregas por rota, observa-se que as rotas com dois ajudantes apresentam um maior número de PDVs por rota, em torno de 20 por rota, enquanto que no caso com um ajudante possui cerca de 12 a 15 PDVs por rota. Porém, a porcentagem de notas fiscais entregues é praticamente igual em ambas as regiões.

### 7.3 Conclusões das análises de aderência e planejamento das rotas

As áreas de análises fornecem uma série de pontos que validam ou não algumas hipóteses feitas inicialmente sobre o que é relevante na análise dos atrasos nas rotas.

- Na média, o tempo de espera é alto nas entregas, mas uma quantidade considerável dos PDVs faz com que o tempo de espera represente uma parcela alta do tempo de entrega;
- Há PDVs problemáticos no quesito repasses, porém são insignificantes. A maioria dos PDVs não têm uma tendência a forçar que os veículos não consigam entregar e tenham que passar novamente;
- O tempo de espera é um causador de atrasos. Rotas que atrasam tendem a ter uma média maior da fração do tempo de espera frente o tempo de entrega;
- A aderência à sequência programada de entrega é importante. Rotas que atrasam têm uma média de não aderências ligeiramente maior que rotas sem atraso;
- O repasse é um causador de atrasos. A porcentagem de repasses pela quantidade total de entregas em rotas com atrasos é consideravelmente maior que em rotas sem atrasos;
- Ocupação, caixas carregadas por veículo e quantidade de entregas são fatores que causam atrasos, porém de modo não significativo;
- Os motoristas são um fator de atraso. Há grande discrepância entre as porcentagens de rotas atrasadas pelo total de rotas entre os motoristas, o que pode indicar que existem “bons motoristas” e “maus motoristas”;
- O processo de roteirização tende a superestimar muito a distância a ser percorrida pelo veículo de entrega e erra a distância em mais de 30% em média. É um resultado fora do esperado;
- O processo de roteirização tende a superestimar o tempo de rota do veículo, errando em média 30%. É um resultado fora do esperado;
- Somente 4,1% das rotas são consideradas “perfeitas”. É muito difícil não atrasar, cumprir a sequência exata de entrega e não haver repasse. E essas rotas são de baixíssima complexidade, com poucas entregas. Sendo assim, é esperado que as rotas tenham problemas;