

ARTHUR JUN ARASAKI

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS PARA QUALIDADE  
DE TRANSPORTE VIÁRIO DE CARGA

São Paulo

2015



ARTHUR JUN ARASAKI

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS PARA QUALIDADE  
DE TRANSPORTE VIÁRIO DE CARGA

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

São Paulo

2015



ARTHUR JUN ARASAKI

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS PARA QUALIDADE  
DE TRANSPORTE VIÁRIO DE CARGA

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

Orientador: Professor Livre Docente Hugo  
Tsugunobu Yoshida Yoshizaki

São Paulo

2015

#### Catálogo-na-publicação

Arasaki, Arthur Jun

ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE INDICADORES LOGÍSTICOS PARA  
QUALIDADE DE TRANSPORTE VIÁRIO DE CARGA / A. J. Arasaki -- São  
Paulo, 2015.

131 p.

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

1. Indicadores de qualidade 2. Logística I. Universidade de São Paulo.  
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Dedico este trabalho à minha família, pelo  
afeto e compreensão incondicionais





## **AGRADECIMENTOS**

A todos os professores que tive ao longo da graduação, em especial ao prof. Hugo, que além do conhecimento transmitido me deu a orientação necessária à elaboração deste trabalho.

À empresa em estudo, por fazer da minha primeira experiência profissional uma valiosa fonte de aprendizado para o futuro.

A todos os amigos que fiz, sempre presentes para compartilhar das alegrias e dificuldades da vida universitária. Que nossas ligações não cessem com o fim das aulas.

À minha família. Obrigado por tudo que tenho e sou, hoje e sempre.

“A grandeza do homem consiste na sua  
decisão de ser mais forte que a condição  
humana” (Albert Camus)

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo a obtenção de um novo sistema de indicadores para uma área de logística de transportes viários em uma empresa de insumos agrícolas. A instituição foco do estudo passa por uma mudança de diretrizes estratégicas. A concentração de esforços passa da redução de custos para a melhoria do atendimento às necessidades do cliente, o que torna importante uma reformulação do sistema de indicadores para facilitar o controle da operação e seu direcionamento aos resultados desejados. Para elaborar o novo sistema, é feito um diagnóstico do estado atual da área em estudo da empresa, de seu funcionamento e de seus resultados. Então, foram pesquisados em literatura acadêmica métodos que auxiliem na construção deste sistema de indicadores, sendo escolhido aquele que mais se adequasse à realidade do caso em estudo. O método foi aplicado à empresa de acordo com a situação atual que ela vive, o que resultou em um conjunto de indicadores relevantes para a gestão da área em estudo. Por fim, é feita uma análise da solução proposta e seus impactos em custos logísticos através de uma simulação de custos com base estatística.



## **ABSTRACT**

This work aims to obtain a new system of indicators to a road logistics transportation area of an agricultural inputs company. The studied company goes through a shift in its strategic directions. Efforts are changing from cost reduction initiatives to a better compliance with customer needs, which raises the importance of reformulating the indicators system in order to allow operations control and directioning to desired goals. To develop the new system, a diagnosis of the present state of the area, its behavior and results, was made. Then, a research on academic papers was made in order to find methods for making of a indicators system, and the most appropriate one to the reality of the company was chosen. The method was applied to the company according to its current situation, and it resulted in a system of indicators that was relevant to the management of the studied area. Finally, an analisis of the proposed solution and its cost related impacts was made through a statistical simulation.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.1: Estrutura da área de logística da empresa .....                                  | 27 |
| Figura 1.2: Ciclo do pedido .....  | 29 |
| Figura 2.1: Utilização de veículos no ano fiscal 2014.....                                   | 42 |
| Figura 2.2: Curva ABC dos tipos de veículos utilizados.....                                  | 43 |
| Figura 2.3: Preço de contratação de veículos .....   | 44 |
| Figura 2.4: Preço de contratação de veículos por tonelada transportada.....                  | 45 |
| Figura 2.5: Custo x Distância - carretas .....   | 49 |
| Figura 2.6: Custo x Tonelagem - Carretas.....  | 49 |
| Figura 2.7: Custo x Ocupação - Carretas.....   | 50 |
| Figura 2.8: Custo x tkm/ocupação - carretas .....  | 50 |
| Figura 2.9: Custo x Distância - truck.....   | 51 |
| Figura 2.10: Custo x Tonelagem - truck.....  | 51 |
| Figura 2.11: Custo x ocupação - truck.....   | 52 |
| Figura 2.12: Custo x tkm/ocupação - truck .....  | 52 |
| Figura 2.13: Custo x distância - carreta trucada e vanderleia.....                           | 53 |
| Figura 2.14: Custo x tonelagem - carreta trucada e vanderleia .....                          | 53 |
| Figura 2.15: Custo x ocupação - carreta trucada e vanderleia.....                            | 54 |
| Figura 2.16: Custo x tkm/ocupação - carreta trucada e vanderleia .....                       | 54 |
| Figura 2.17: Custo x distância - toco .....  | 55 |
| Figura 2.18: Custo x tonelagem - toco .....  | 55 |
| Figura 2.19: Custo x ocupação - toco .....   | 56 |
| Figura 2.20: Custo x tkm/ocupação - toco.....  | 56 |
| Figura 2.21: Análise de resíduos - carretas.....   | 58 |
| Figura 2.22: Análise de resíduos - trucks .....  | 58 |
| Figura 2.23: Análise de resíduos - tocos.....  | 59 |
| Figura 2.24: Regressão linear e análise de resíduos - Carretas – Transportadora A .....      | 60 |
| Figura 2.25: Regressão linear e análise de resíduos - Carretas - Outras transportadoras..... | 60 |
| Figura 2.27: Regressão linear e análise de resíduos - Trucks - Transportadora A .....        | 61 |
| Figura 2.26: Regressão linear e análise de resíduos - Trucks - Outras transportadoras .....  | 62 |
| Figura 2.28: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Transportadora A.....   | 64 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 2.29: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Outras transportadoras                            | 64  |
| Figura 2.30: Regressão polinomial e análise de resíduos - Trucks - Transportadora A .....                              | 64  |
| Figura 2.31: Regressão polinomial e análise de resíduos - Trucks - Outras transportadoras ..                           | 64  |
| Figura 3.1: Modelo de competências logísticas proposto por GLRT .....  | 68  |
| Figura 3.2: Modelo de excelência logística .....   | 70  |
| Figura 3.3: Influência da satisfação do cliente no negócio da empresa Fonte: Kaplan e Norton (2006) .....              | 77  |
| Figura 3.4: Modelo SMART .....   | 78  |
| Figura 3.5: Modelo <i>Performance Prism</i> .....  | 80  |
| Figura 3.6: Exemplo de fornecedor interno, cliente interno e unidade de análise .....                                  | 82  |
| Figura 3.7: Relações entre expectativas e resultados entre clientes e fornecedores internos e unidade de análise ..... | 83  |
| Figura 3.8: Panorama geral da ferramenta Gap 4 para exemplo de análise de uma área de usinagem .....                   | 84  |
| Figura 4.1: Unidade de análise, clientes da UA e fornecedores da UA .....  | 90  |
| Figura 4.2: Tempo para roteirização de um pedido .....   | 105 |
| Figura 4.3: Curva ABC do tempo para roteirização .....   | 105 |
| Figura 5.1: Distâncias médias percorridas do CD até o cliente de cada estado .....                                     | 112 |
| Figura 5.2: Regressão linear e análise de resíduos – Leve 3/4 .....  | 119 |
| Figura 5.3: Diferença dos custos para $D = 4$ .....  | 123 |
| Figura 5.4: Custos por transporte para diferentes valores de $D$ .....   | 125 |
| Figura 5.5: Tempo médio de faturamento, em função de $D$ .....   | 126 |



## LISTA DE MATRIZES

|  |     |
|--|-----|
| Matriz 3.1: Expectativas dos clientes internos .....                 | 85  |
| Matriz 3.2: Causas principais dos <i>gaps</i> .....                  | 86  |
| Matriz 3.3: Planos de ação internos.....                             | 86  |
| Matriz 3.4: Expectativas para fornecedores .....                     | 87  |
| Matriz 4.1. Expectativas dos clientes do caso em estudo.....         | 97  |
| Matriz 4.2: Principais causas dos <i>Gaps</i> do caso em estudo..... | 102 |
| Matriz 4.3: Planos de ação internos para o caso em estudo .....      | 104 |
| Matriz 4.4: Expectativas para fornecedores do caso em estudo .....   | 106 |



## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1.1: Tabela de fretes por tipo de veículo e quilometragem.....  | 28  |
| Tabela 2.1: Perfil de utilização dos tipos de veículos .....   | 43  |
| Tabela 2.2: Equações de 1º grau de custo de transporte em função da distância .....  | 63  |
| Tabela 3.1: Classificação dos indicadores utilizados pelo modelo proposto por Michigan State University .....                      | 69  |
| Tabela 3.2: Indicadores logísticos propostos por Beamon .....  | 73  |
| Tabela 4.1: Fórmulas, setores atuantes no indicador e responsáveis pela medição dos indicadores de expectativas dos clientes ..... | 100 |
| Tabela 4.2: Forma de cálculo, setores responsáveis pelo resultado e pela medição dos indicadores de causa do <i>gap</i> .....      | 103 |
| Tabela 5.1: Equações de custo com transporte em função da distância para o estado $i$ .....  | 114 |
| Tabela 5.2: Quantidade efetiva de veículos utilizados .....  | 116 |
| Tabela 5.3: Quantidade efetiva de veículos utilizados pela transportadora A.....   | 116 |
| Tabela 5.4: Quantidade de veículos utilizados para $D=4$ .....   | 118 |
| Tabela 5.5: Quantidade de veículos utilizados pela transportadora A, para $D=4$ .....  | 119 |
| Tabela 5.6: Custo estimado sem restrição de tempo para roteirização.....   | 121 |
| Tabela 5.7: Custo estimado sem restrição de tempo para roteirização realizados pela transportadora A .....                         | 121 |
| Tabela 5.8: Custo estimado com utilização da regra $D=4$ .....   | 122 |
| Tabela 5.9: Custo estimado de transportes realizados pela transportadora A com utilização da regra $D=4$ .....                     | 122 |
| Tabela 5.10: Diferença em custos por tipo de veículo para $D = 4$ .....  | 123 |
| Tabela 5.11: Custos por transporte para diferentes valores de $D$ , em reais.....  | 124 |
| Tabela 5.12: Tempo médio de faturamento em função de $D$ .....   | 125 |



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| CD  | Centro de distribuição          |
| RTV | Representante técnico de vendas |
| OP  | Ordem de produção               |
| OTD | <i>On time delivery</i>         |
| MP  | Matéria prima                   |
| UA  | Unidade de análise              |
| SKU | <i>Stock keeping unit</i>       |



## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 25 |
| 1.1 A Empresa.....   | 25 |
| 1.2 O problema .....   | 25 |
| 1.3 Descrição da área foco do trabalho .....                                   | 27 |
| 1.3.1 Área de transportes .....  | 27 |
| 1.3.2 Ciclo do pedido.....   | 29 |
| 1.3.3 O processo de roteirização.....  | 31 |
| 2. SITUAÇÃO ATUAL .....  | 35 |
| 2.1 Indicadores utilizados atualmente.....                                     | 35 |
| 2.1.1 On time delivery (%) .....   | 35 |
| 2.1.2 Notas fiscais reclamadas (%).....  | 36 |
| 2.1.3 Orders delivered once (%).....   | 36 |
| 2.1.4 No fill rate on time - OTC (%) .....                                     | 37 |
| 2.1.5 Distância média (km).....  | 37 |
| 2.1.6 Perfil de veículos (%) .....   | 38 |
| 2.1.7 Taxa de ocupação (%) .....   | 38 |
| 2.1.8 Perfil de carregamentos (completo/fracionado) .....                      | 39 |
| 2.1.9 Custo unitário (R\$/kreg) em cada CD .....                               | 39 |
| 2.1.10 Número médio de clientes atendidos por cada transporte (absoluto):..... | 40 |
| 2.2 Análise histórica da operação: .....                                       | 41 |
| 2.2.1 Veículos utilizados .....  | 41 |
| 2.2.2 Análise da tabela de fretes .....  | 44 |
| 2.2.3 Análise de custos .....  | 46 |
| 3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....  | 67 |
| 3.1 Indicadores de processos logísticos .....                                  | 67 |
| 3.1.1 Michigan State University – Global Class Logistics.....                  | 67 |
| 3.1.2 Bowersox e Closs (2001).....   | 70 |
| 3.1.3 Beamon (1999) .....  | 71 |
| 3.2 Métodos de definição de sistemas de indicadores de desempenho.....         | 75 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 3.2.1 | Balanced Scorecard (1996) .....  | 75  |
| 3.2.2 | Modelo SMART (Cross e Lynch).....  | 78  |
| 3.2.3 | Prisma da performance.....   | 79  |
| 3.2.4 | Modelo Gap 4.....  | 81  |
| 3.2.5 | Escolha do modelo a ser utilizado.....   | 87  |
| 4.    | APLICAÇÃO DO MODELO .....  | 89  |
| 4.1   | Identificação da unidade de análise, clientes e fornecedores .....                                 | 89  |
| 4.2   | Nível de serviço logístico .....   | 91  |
| 4.2.1 | Data de entrega: .....   | 92  |
| 4.2.2 | Confiabilidade da data: A capacidade de entregar com precisão o produto na data estabelecida. .... | 93  |
| 4.2.3 | Número de entregas .....   | 93  |
| 4.2.4 | Visibilidade do status do pedido .....   | 94  |
| 4.2.5 | Capacidade de resolver problemas imprevistos .....   | 94  |
| 4.2.6 | Ponto de contato único.....  | 94  |
| 4.3   | Expectativas dos clientes da unidade de análise .....  | 95  |
| 4.4   | Causas principais dos <i>Gaps</i> .....  | 101 |
| 4.5   | Planos de ação internos .....  | 104 |
| 4.6   | Expectativas para fornecedores .....   | 106 |
| 5.    | RESULTADOS E ANÁLISE DA SOLUÇÃO PROPOSTA.....  | 109 |
| 6.    | CONCLUSÕES .....   | 127 |
| 7.    | BIBLIOGRAFIA .....   | 129 |



## 1. INTRODUÇÃO

O capítulo introdutório apresenta uma breve descrição da empresa, do funcionamento da área em estudo e de suas dinâmicas com as outras áreas. Nesta seção também é apresentado o problema que motivou a elaboração deste trabalho

### 1.1 A Empresa

A empresa em estudo é uma organização multinacional do ramo de insumos agroindustriais presente nos cinco continentes. Seus negócios incluem desenvolvimento, produção e comercialização de novas variedades de sementes de milho, soja, sorgo, algodão, hortaliças, e produtos químicos para controle de pragas nas lavouras. Seus clientes são agricultores que utilizam os produtos em suas lavouras e intermediários que revendem tais produtos.

As atividades da empresa no país na unidade de sementes incluem pesquisas nas áreas de engenharia genética para obtenção de novas variedades de sementes, cultivo, comercialização e distribuição das diferentes variedades de sementes geneticamente modificadas para agricultores e revendedores de todo o Brasil.

No negócio referente a defensivos agrícolas, as atividades consistem na produção industrial dos defensivos a partir de matéria prima importada, comercialização e distribuição dos mesmos para agricultores e revendedores no país.

### 1.2 O problema

A empresa em estudo realiza grande quantidade de transportes de entrega de produtos a seus clientes todos os anos. Os transportes de distribuição final ao agricultor ou a revendedores locais de insumos agrícolas são realizados exclusivamente por meio terrestre viário, utilizando-se diferentes tipos de caminhões que variam conforme a capacidade necessária para o transporte. Todas as entregas da empresa são realizadas por transportadores terceirizados, então a empresa alvo deste estudo de caso não possui nenhuma frota própria. Além dos caminhões, boa parte dos centros de distribuição utilizados pelo país também são terceirizados. Neles, as operações de *picking*, carregamento e manejo do estoque são feitas pela empresa contratada.

Assim sendo, a equipe de transportes da empresa em estudo possui menor controle direto sobre os detalhes da operação cotidiana dos transportes de produto acabado do que teria se fosse dona da frota de veículos. No intuito de melhorar o nível de serviço e de reduzir os custos, foram criados indicadores que mostram o desempenho dos transportes e refletem a qualidade do serviço prestado a seus clientes e o custo incorrido por este serviço.

Apesar dos indicadores darem visibilidade às características da operação de transportes, por vezes eles falham na missão de guiar de forma clara a operação para o aumento do nível de excelência logística. Segundo o *Global Logistics Research Team* da Universidade de Michigan, em seu livro “*World Class Logistics*” (1995), os indicadores apenas induzem a melhoria de operações e processos se eles apontam para medidas que possibilitem a melhoria dos indicadores e consequentemente da operação medida. No dia a dia do setor de transportes, o calor da operação com frequência leva a equipe do setor a priorizar demandas de outras áreas da empresa, como as áreas de gestão de pedidos ou o time de vendas, e acabam por não conseguir atuar sobre os indicadores. Em outros casos, os indicadores mostram o desempenho de operações realizadas mas não refletem o desempenho da equipe, pois dependem de fatores externos que a área não pode controlar, como o tamanho da demanda por transportes ou a localização dos clientes a serem atendidos. O resultado é a utilização dos indicadores para justificar a melhora ou piora do nível de serviço ou do custo de operação mas não para induzir uma melhora no serviço prestado.

Com a evolução do negócio da empresa, seus diretores concluíram que a melhor estratégia para o crescimento do negócio no futuro seria a melhoria da qualidade de entrega, ponto essencial na qualidade do serviço prestado ao cliente. Para avaliar a possível melhoria do serviço e os eventuais impactos na operação, é necessário conceber um sistema de indicadores que possa ser usado para avaliar as mudanças no desempenho.

O presente estudo tem como objetivo propor indicadores que possam efetivamente ser utilizados para controlar o nível de serviço prestado e levar a uma melhora do nível de serviço na operação de transportes de produtos químicos em uma empresa de insumos agrícolas.

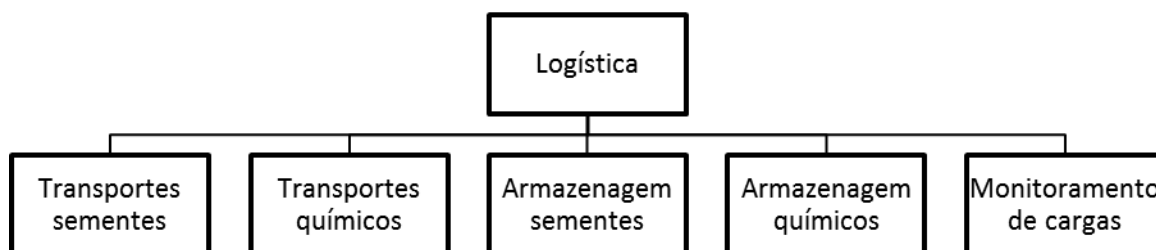
### 1.3 Descrição da área foco do trabalho

#### 1.3.1 Área de transportes

O trabalho foi realizado com foco no setor de logística de transportes para a distribuição de produtos químicos. As principais atribuições da área são o processo de roteirização, que consiste na determinação do modo de entrega das mercadorias, e a gestão de fornecedores logísticos, bem como definir níveis de serviço para entregas realizadas.

A estrutura da empresa faz uma total separação entre o transporte de produtos químicos e o transporte de sementes, pois os dois tipos de produtos têm características distintas e não podem ser transportados ou armazenados de forma conjunta por risco de contaminação de um produto pelo outro. Apesar de serem áreas distintas, do ponto de vista organizacional, se encontram debaixo da mesma estrutura, o setor de logística, como mostra a Figura 1.1

Figura 1.1: Estrutura da área de logística da empresa



Fonte: Elaboração própria do autor

A empresa colocou as duas áreas sob a mesma estrutura organizacional no intuito de permitir que as áreas análogas dos dois negócios distintos pudessem compartilhar suas boas práticas, se tornando mais eficientes. Entretanto, elas ainda realizam suas operações sem qualquer influência da mesma área para o outro negócio. Até mesmo os armazéns, salvo uma exceção, armazenam apenas sementes ou produtos químicos.

Em paralelo com as operações de transportes e de armazenagem, o setor de logística possui uma central de monitoramento responsável por rastrear a localização das cargas

sempre que necessário. Quando acionados, os funcionários do setor localizam os veículos através de geolocalização, quando disponível, ou de ligações para a transportadora. Essa atividade é realizada quando um cliente requisita a localização de sua mercadoria ou quando um problema é constatado na entrega.

Todos os transportes são realizados por transportadoras terceirizadas que são escolhidas através de um processo de negociação denominado *BID*, um processo de avaliação e seleção dos fornecedores para um determinado período no qual são levados em consideração o preço da transportadora, o tamanho da frota disponibilizada e a qualidade do serviço prestado, que é avaliada com base nos serviços dos anos anteriores. Aguezzoul (2007) defende que muitas empresas têm adotado o modelo de terceirização dos serviços logísticos por uma questão de redução de custos e de possibilidade de focar nas atividades-chave da empresa. Dessa forma, a empresa em estudo arca com custos de frete pré-definidos em forma de uma tabela dividida por tipo de veículo e faixa de quilometragem, como exemplificada na Tabela 1.1

Tabela 1.1: Tabela de fretes por tipo de veículo e quilometragem

|                                 | <b>Veículo tipo 1</b> | <b>Veículo tipo 2</b> | <b>Veículo tipo 3</b> |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Faixa de quilometragem 1</b> | Preço 1 (R\$)         | Preço 2 (R\$)         | Preço 3 (R\$)         |
| <b>Faixa de quilometragem 2</b> | Preço 4 (R\$)         | Preço 5 (R\$)         | Preço 6 (R\$)         |
| <b>Faixa de quilometragem 3</b> | Preço 7 (R\$)         | Preço 8 (R\$)         | Preço 9 (R\$)         |

Fonte: Elaboração própria do autor

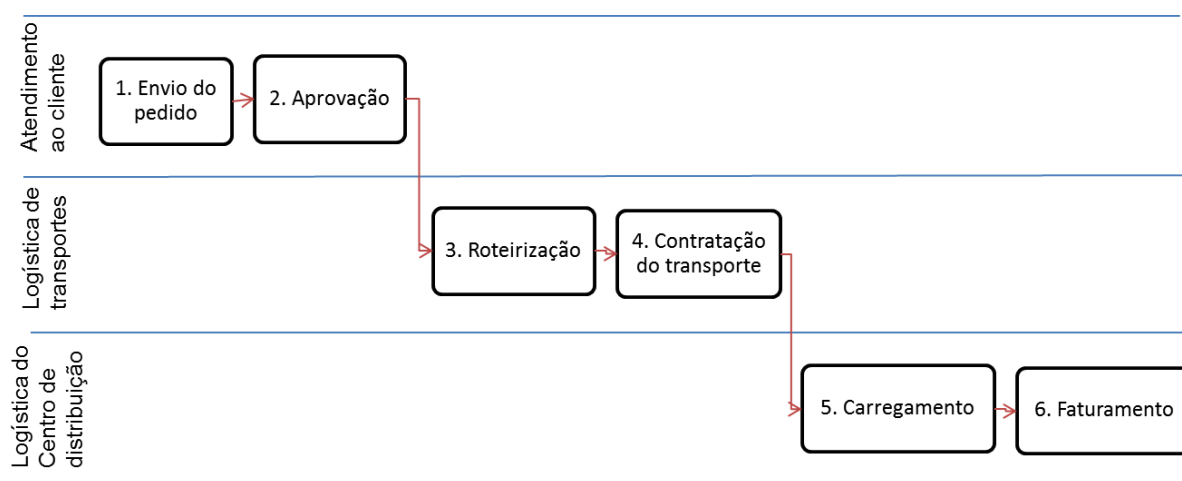
Cada transportadora tem uma tabela de fretes com valores acordados entre ela e a empresa cliente para cada centro de distribuição em que atua. Portanto a empresa contratante trabalha com diversas tabelas de fretes, uma para cada transportadora. Há um esforço para que haja mais de uma transportadora atendendo cada centro de distribuição, de modo que uma possa cobrir uma eventual falha da outra. Para os centros em que há mais de uma transportadora em operação, é preciso acordar a parcela dos carregamentos que fica a cargo de cada transportadora. O grau de utilização de cada uma também é definido no *BID*, tentando atingir-se o mínimo custo possível com fretes.

A este custo calculado pela tabela são acrescidos os custos com pedágio, com eventuais impostos incorridos em travessias de fronteiras municipais e estaduais, estadias dos motoristas em postos de parada caso ele tenha que pernoitar durante a viagem, valor adicional pago por entrega realizada e o seguro contra roubo de carga. Este é o total do custo incorrido com cada transporte realizado pela empresa.

### 1.3.2 Ciclo do pedido

O ciclo do pedido é o processo de gestão do pedido do cliente, que começa no momento em que ele solicita a compra de um produto e acaba quando ele efetua o pagamento pelo produto recebido. Ele consiste em basicamente 6 fases, como mostradas na Figura 1.2

Figura 1.2: Ciclo do pedido



Fonte: Elaboração própria do autor

O representante técnico de vendas (RTV) é a figura que leva a oferta de produtos e serviços da empresa até os agricultores e revendedores. Há RTVs espalhados por todo o país, sendo cada um responsável por gerenciar um conjunto de clientes organizados regionalmente. Ao vender o produto, o RTV cadastra o pedido do cliente como um pré-pedido no sistema, que contém informações acerca do cliente, dos produtos pedidos e de datas importantes, como data de entrega e de criação do pedido.

O pré-pedido do cliente enviado pelo vendedor é analisado para verificar a consistência dos dados. Os preços dos produtos acertados com os clientes são confrontados com os preços acertados para a campanha de vendas, que as vezes pode diferir do valor relatado pelo RTV. Após formalizado o pedido, ele é inserido na base de dados e é gerido

através de um sistema informatizado, e antes de ser enviado para ser roteirizado ele deve receber 3 tipos de aprovação: de crédito, comercial e de estoque.

Muitas vezes o cliente depende das vendas de sua colheita para pagar os insumos utilizados para o plantio da safra seguinte. Ao receber o pagamento por suas vendas, ele pode pagar seus fornecedores e liberar crédito para compra de novos produtos para sua próxima plantação. Se o cliente tiver crédito em sistema, a ordem é aprovada por crédito. Caso contrário seu pedido fica pendente por aprovação de crédito. Ballou (2004) cita a disponibilidade de crédito do cliente como uma atividade do ciclo de pedidos que é feita paralelamente à gestão de ordem, e dessa forma não influiria no tempo de ciclo de tratamento de pedidos. No caso da empresa em estudo, a disponibilidade de crédito do cliente pode bloquear o envio de seus produtos por determinação da companhia. Dessa forma, a análise de crédito não é uma atividade paralela à gestão do ciclo de pedidos, mas faz parte da cadeia e pode impactar no tempo de gestão da ordem.

Por determinação da empresa, os RTVs têm autonomia para conceder descontos aos seus clientes. Em alguns casos, o cliente demanda um desconto maior que o permitido pela autonomia do RTV, e o caso deve ser analisado por um time comercial, que verifica as condições exigidas pelo cliente, a demanda do mercado e a disponibilidade de produto para venda. Se os descontos oferecidos a ele estiverem dentro de sua autonomia ou houver aprovação de superiores e do time comercial, a ordem é aprovada no quesito comercial.

Como a empresa trabalha com uma grande quantidade de SKUs, é comum que não haja em estoque o produto pedido pelo cliente. Neste caso, a ordem de venda deve esperar que sejam disponibilizados os produtos pela manufatura. Se houver em fábrica ou no centro de distribuição produto suficiente a ser reservado para o cliente, a ordem é aprovada em manufatura.

Quando o pedido estiver pronto para ser enviado ao cliente, ele passa para o setor de logística. Dependendo da quantidade de produto ou das condições de pagamento e entrega do cliente, pode ser que o pedido precise ser dividido para que a quantidade de produto caiba nos caminhões ou para que o cliente receba parcelas dos produtos em períodos diferentes.

Com os pedidos recebidos, conjuntos de produtos a serem entregues a um único cliente, pode-se começar o processo de roteirização. Os pedidos são inseridos em um software de roteirização, que mostra a localização dos clientes e as exibe em um mapa contendo os locais de expedição e as rotas disponíveis para o transporte (no caso, ruas e rodovias em todo o país). No mapa, um funcionário decide quais caminhões realizam quais entregas e através de qual caminho, levando em consideração a rota que resultará em um menor custo total de

frete de distribuição. Neste processo, o analista procura maximizar a taxa de ocupação, ou seja, colocar a maior quantidade de produto em cada caminhão, pois este é contratado por viagem independentemente da quantidade transportada, e procura também mandar veículos maiores, pois este cuidado resulta em economia de escala. Com as informações das rotas a serem percorridas e o tipo de veículo a ser utilizado por cada pedido, o transporte está definido.

Cada cliente é atendido por um centro de distribuição (CD) designado à sua região, e a distribuição dos produtos de cada CD é feita por uma ou mais transportadoras contratadas anualmente. Ao formar um transporte, o analista procura uma das transportadoras relativas ao CD e verifica se ela tem veículo do tipo selecionado para o transporte. Se tiver, o caminhão se dirige ao CD para ser carregado com os produtos. Se não tiver, o analista procura veículo em outra transportadora do mesmo centro.

Ao mesmo tempo que o caminhão sai da transportadora em direção ao CD para ser carregado com os produtos, os funcionários do CD vão realizando o *picking* dos produtos que irão ser transportados. Quando o caminhão chega em uma das baias para ser carregado, os sacos de sementes ou os toneis de produtos químicos já estão prontos para serem carregados no caminhão.

Enquanto o veículo é carregado, são impressas cópias da nota fiscal, que o motorista do caminhão deve levar consigo ao longo da viagem para apresentação em caso de fiscalização e para distribuir as notas fiscais aos clientes ao mesmo tempo em que são recolhidos os canchotos assinados que comprovam o recebimento dos produtos. Apenas com as notas fiscais em mãos o motorista é liberado para seguir viagem. O tempo de viagem até cada cliente é estimado pela própria transportadora.

### **1.3.3 O processo de roteirização**

O trabalho da função de transportes na empresa começa após a análise de crédito, de descontos comerciais concedidos e de disponibilidade em estoque dos SKU do pedido. Se todos estes fatores estiverem aprovados, os pedidos dos clientes estão prontos para serem enviados e são disponibilizados para o carregamento.

Os pedidos são disponibilizados com diversas informações, das quais as utilizadas para a roteirização logística são:

1. Localização geográfica do ponto de entrega

2. Quantidade de produto a ser entregue ao cliente, em toneladas
3. Restrições de entrega, como dias em que o cliente pode receber ou a impossibilidade de entregar em certos tipos de veículos

Com essas informações, um software de roteirização coloca os pedidos em um mapa e possibilita a programação dos veículos, ou seja, a alocação dos pedidos nos veículos e a programação de saída dos veículos pelos analistas, levando em consideração a capacidade de movimentação de cargas no CD e o número de docas, que limita a quantidade de transportes realizados por dia. Por contrato, as transportadoras são obrigadas a disponibilizar os veículos definidos de acordo com as necessidades identificadas, mas há casos de indisponibilidade de veículos em alguns períodos do ano, nos quais a demanda é muito alta.

Com os pedidos em tela, o analista seleciona os veículos procurando a redução de custos. Há um esforço para enviar veículos maiores, o que resulta em uma economia de escala, e ocupar o máximo da capacidade dos veículos, reduzindo a capacidade de carregamento desperdiçada.

Se ele julgar que, com os pedidos disponíveis para roteirização, não é possível obter custos de transporte satisfatórios, ele tem a opção de deixar o pedido para ser alocado a um veículo no dia seguinte, quando mais pedidos são liberados para a roteirização. Dessa forma, é possível que os custos para enviar aquele pedido sejam reduzidos se forem liberados pedidos que facilitem a consolidação de cargas na região. Há uma instrução para não deixar um pedido sem faturar por mais de 4 dias, mas usualmente o pedido não é expedido se não houver sinalização de necessidade urgente do cliente, mostrando o viés pela redução de custos.

Os tipos de veículos disponíveis variam em cada transportadora e em cada CD, assim como os preços dos fretes de cada veículo. A transportadora a ser utilizada já é predeterminada durante a contratação, quando é definido o volume de transportes que cada empresa fica responsável por realizar. O analista que define os veículos também deve definir quais empresas realizam quais transportes, procurando obedecer porcentagens acordadas em *BID*.

Depois de comunicados os pedidos para carregamento para as transportadoras, elas mesmas devem agendar com o cliente por telefone a disponibilidade de recebimento da mercadoria, verificando assim se o cliente tem espaço em estoque para receber o produto na data prevista de entrega ou, caso contrário, quando o veículo será enviado para atender as datas preferidas pelo cliente, sendo necessário informar à empresa em estudo essa necessidade



de espera. Quando as datas estão acordadas com o cliente, o veículo está pronto para ser liberado e a mercadoria pode ser faturada.



## 2. SITUAÇÃO ATUAL

De acordo com a operação descrita no capítulo 1, o transporte de cargas até os clientes é realizado diariamente em um processo, com poucas excessões, constante. No entanto, o resultado em termos de desempenho em custos e qualidade das entregas varia conforme o tipo de pedido a ser atendido e das decisões tomadas. Para se manter informada acerca do resultado da operação, a área realiza algumas medições e com as informações obtidas ela procura realizar mudanças, principalmente na intenção de reduzir custos.

### 2.1 Indicadores utilizados atualmente

Atualmente a empresa dispõe de indicadores que são utilizados para detalhar e descrever a operação. Eles são obtidos através de análise de base de dados e de anotações dos próprios funcionários da área. São eles:

#### 2.1.1 *On time delivery* (%)

O *on time delivery* (OTD) visa mensurar a parcela de entregas que foram realizadas com a data de chegada ao cliente prevista corretamente. Seu cálculo é dado por:

$$OTD = \frac{\text{Entregas sem atraso}}{\text{Total de entregas}}$$

Uma das maiores reclamações dos clientes da empresa em relação à logística é a imprecisão na data de entrega real frente à data de entrega prevista. Alguns pedidos são feitos com meses de antecedência para que haja tempo do cliente se preparar para receber o material e para que ele consiga crédito financeiro de volta para a compra de novos materiais.

Para receber tamanha quantidade de produtos, muitos clientes precisam preparar espaços para estoques especiais ou precisam contratar trabalhadores para descarregar o material dos caminhões e colocar em seus armazéns. Uma imprecisão de 1 dia na entrega prejudica muito esses clientes, que precisam recontratar tais serviços. Portanto, a precisão na data de entrega se mostra muito importante para a satisfação do cliente.

O indicador mostra qual a porcentagem dos transportes foi entregue na data correta passada ao cliente, qual porcentagem foi entregue com atraso e qual porcentagem foi entregue antes da data prevista. A informação é separada por período de realização dos transportes, por tipo de negócio (transporte de sementes ou de produtos químicos) e por transportadora.

Hoje, a data de entrega é definida pela transportadora. Ela faz a previsão da data em que a entrega será feita ao cliente e procura cumprir essa data. Caso a transportadora apresente desempenho abaixo do esperado, sofre punições na contratação de transportes para o ano seguinte.

### 2.1.2 *Notas fiscais reclamadas (%)*

A medição da quantidade de notas fiscais reclamadas procura mensurar a quantidade de clientes que não se sentiram satisfeitos pelo serviço prestado. Seu cálculo é dado por:

$$\text{Notas fiscais reclamadas} = \frac{\text{Pedidos reclamados}}{\text{Total de pedidos}}$$

Os clientes podem ficar insatisfeitos por diversos fatores, alguns dos quais são responsabilidade da logística. Esses motivos incluem entregas em data diferente da acordada, avaria do material ou das embalagens no momento da entrega, veículo de um tipo que o cliente não consegue receber, entre outros.

Apesar de identificar os clientes que ficaram insatisfeitos com o serviço prestado, o indicador não aponta para causas da insatisfação, pois engloba todos os casos em que ele não foi bem atendido, o que pode ser resultado de erros em uma de diversas etapas diferentes do processo. Consequentemente, ele não é utilizado na melhoria do serviço prestado, pois não é identificado um responsável pela melhoria do indicador.

### 2.1.3 *Orders delivered once (%)*

O indicador mede a porcentagem de pedidos entregues apenas 1 vez ao cliente. Seu cálculo é dado por:

$$ODO = \frac{\text{Número de entregas no mês}}{\text{Quantidade total de pedidos inclusos em sistema}}$$

Por questões de preferência do cliente ou de maior facilidade na operação, pode ser necessário realizar mais de uma entrega no mesmo cliente relacionado ao mesmo pedido, o que aumenta os custos de transporte para a empresa, dada a necessidade de levar mais de um veículo até o mesmo local. Nos casos em que o cliente não requisitou o recebimento parcelado da mercadoria, ele se vê obrigado a realizar a operação de descarregamento de materiais mais de uma vez, o que lhe obriga a consumir tempo e dinheiro.

Assim como o indicador de notas fiscais reclamadas, o *orders delivered once* também possui diversas causas possíveis, e acaba por não ser utilizado para melhoria no desempenho da empresa.

#### 2.1.4 *No fill rate on time - OTC (%)*

Quando uma venda é acordada com o cliente, este informa uma janela de tempo de 15 dias no qual ele deseja receber o produto. Para ter o controle da capacidade da empresa de atender a data determinada pelo cliente, foi criado este indicador, que mostra qual a porcentagem dos pedidos com previsão de venda para o período que foi realmente entregue no período desejado. Seu cálculo é dado por:

$$\text{No fill rate on time} = \frac{\text{Volume entregue no mês (ton)}}{\text{Volume previsto para ser entregue no mês (ton)}}$$

Este indicador é útil para análise do desempenho da equipe de vendas, mas pouco afeta o setor de logística, que é o foco do estudo, então não é utilizado por ele.

#### 2.1.5 *Distância média (km)*

Mostra a distância média percorrida pelos veículos no mês. É calculado pela divisão da soma total das distâncias percorridas pelo número total de caminhões utilizados no período.

$$\text{Distância média} = \frac{\sum \text{Distâncias percorridas (km)}}{\sum \text{Total de transportes realizados}}$$

A distância média é um fator que afeta a composição de custos da empresa, mas não é um fator controlável operacionalmente pela área, mas é definido principalmente pela distância entre os clientes e os CDs da empresa. Portanto, essa informação é utilizada para justificar uma variação nos custos incorridos, mas é pouco utilizada para mudanças de comportamento.

#### **2.1.6 Perfil de veículos (%)**

A empresa trabalha com alguns tipos de veículos diferentes para o transporte de suas cargas, dos quais se destacam os caminhões tipos leve 3/4, toco, truck e carreta. Dependendo do tamanho do veículo utilizado, o custo de transporte por quantidade de carga transportada é diferente, pois veículos maiores têm custo menor de frete por tonelada transportada.

Desse modo, o indicador mostra qual a porcentagem de cada tipo de veículo é utilizada para realizar os transportes de materiais no mês.

$$\text{Utilização do veículo K} = \frac{\text{Número de transportes do tipo K}}{\text{Total de transportes realizados}}$$

Este indicador é utilizado para mostrar o desempenho dos analistas na tarefa de consolidar pedidos em veículos de maior porte, o que reduz a quantidade de viagens necessárias para realizar o mesmo número de entregas.

#### **2.1.7 Taxa de ocupação (%)**

Os veículos são contratados de transportadoras terceirizadas, e o custo da contratação depende do tipo de veículo contratado e da distância percorrida durante as entregas, não levando em consideração o peso realmente transportado pelo veículo. Ao montar os transportes, o analista procura alocar a cada veículo o máximo de material possível a fim de aproveitar a capacidade do mesmo, reduzindo custos.

O indicador mostra a porcentagem média da ocupação utilizada dos veículos, e é calculado por:

$$\text{Taxa de ocupação} = \frac{\sum \text{Peso carregado (kg)}}{\sum \text{Capacidade do veículo (kg)}}$$

Este indicador também é utilizado para mensurar a capacidade do analista de transportes em reduzir custos, pois representa uma melhora do aproveitamento de cada veículo e a redução do número total de viagens necessárias para a entrega dos pedidos recebidos.

### **2.1.8 Perfil de carregamentos (completo/fracionado)**

A porcentagem de veículos que entrega em apenas um cliente (cargas completas) e a porcentagem de veículos que entrega pra mais de um cliente (cargas fracionadas) são outros indicadores mensurados atualmente. Os transportes de cargas fracionadas têm custo total maior para a empresa contratante, pois nele se incluem um custo adicional por entrega (além da primeira) realizada, mas são sinal de que houve consolidação de carga em veículo de maior capacidade e levam a uma redução de custos totais da área. Portanto, a quantidade de entregas completas e fracionadas impacta o custo. O indicador é dado por:

$$\text{Porcentagem cargas completas} = \frac{\sum \text{Cargas Completas}}{\sum \text{Transportes realizados}}$$

$$\text{Porcentagem cargas fracionadas} = \frac{\sum \text{Cargas fracionadas}}{\sum \text{Transportes realizados}}$$

Assim como o perfil de veículos e a taxa de ocupação, este indicador é usado para mensurar o desempenho do analista de roteirização.

### **2.1.9 Custo unitário (R\$/kreg) em cada CD**

Descreve o custo de transportes em função da quantidade de material transportado. Para defensivos agrícolas, a quantidade de material é descrita em quantidade de glifosato (kreg), o princípio ativo do herbicida, no produto. O cálculo é feito dessa maneira para facilitar o rateio dos custos de transportes em cálculos gerenciais.

Para controle de outras áreas fora da logística, o indicador é calculado mensalmente de acordo com a equação:

$$\text{Custo unitário mensal} = \frac{\sum \text{Custo total de frete no mes (R\$)}}{\sum \text{kreg transportados no mes}}$$

Por dia, para controle interno da operação pelo setor da logística, o indicador é dado por:

$$\text{Custo unitário diário} = \frac{\sum \text{Custo total de frete (R\$)}}{\sum \text{kreg transportados no mes}}$$

Este é o principal indicador que mostra o desempenho do analista de logística em sua eficiência na roteirização das cargas. Quanto menor o custo diário incorrido, melhor foi a roteirização. No entanto, como fatores como a distância até os clientes e perfil de transportadoras utilizadas também acabam por alterar o custo unitário, sem haver possibilidade de atuação do analista, é nebulosa a parcela do desempenho no custo unitário que foi efetivamente consequência do desempenho do analista. Em consequência, mesmo este indicador, que é o resultado final em custos da operação, é fraco como ferramenta para apontar para mudanças na operação.

#### **2.1.10 Número médio de clientes atendidos por cada transporte (absoluto):**

O indicador mostra a quantidade média de clientes que são atendidos por cada veículo que sai dos CDs da empresa. Seu cálculo segue a fórmula:

$$\text{Média de clientes por transporte} = \frac{\sum \text{Número de clientes no transporte (absoluto)}}{\sum \text{Transportes realizados}}$$

Descreve o quanto das entregas está sendo consolidada em veículos de maior porte. O aumento deste indicador não necessariamente implica numa redução de custos, pois o ganho com consolidação pode ser anulado pelo aumento da distância percorrida pelo veículo. Então



ele ilustra o status da operação, mas não aponta para nenhuma mudança ou nível de desempenho do analista.

## **2.2 Análise histórica da operação:**

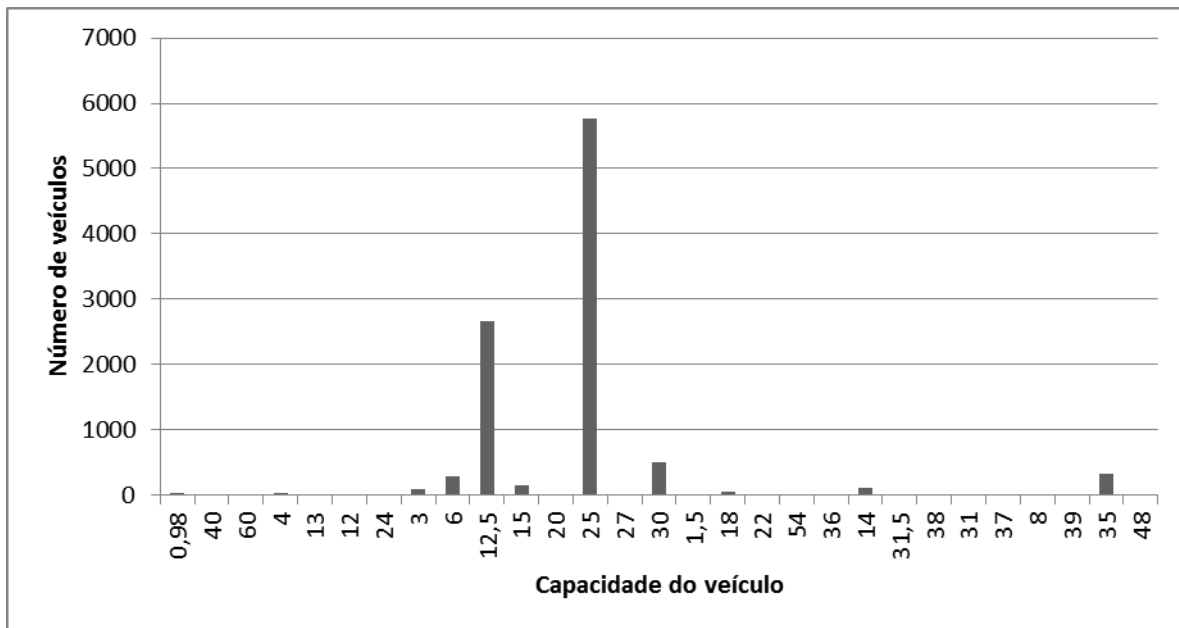
Para a realização deste trabalho, dispôs-se de uma base de dados contendo entregas realizadas durante o ano fiscal de 2014, que começa em setembro de 2013 e vai até agosto de 2014. A empresa conta com dados de operação de anos anteriores, mas foi alertado que os dados anteriores ao ano fiscal 2014 não são consistentes, não condizem com a realidade da operação. Portanto, o trabalho será realizado utilizando os dados relativos a um ano de transportes realizados, o que representa mais de dez mil transportes realizados no ano em distribuição de produtos químicos.

### **2.2.1 Veículos utilizados**

Ao selecionar os veículos a realizarem entregas, os analistas de roteirização possuem algumas opções de veículos a serem utilizados. Entretanto, essas opções são limitadas pela disponibilidade da frota de cada transportadora, pois nem todas possuem todos os tipos de veículos desejados.

Ao longo do período analisado, obteve-se a utilização de veículos ilustrada na Figura 2.1. A quantidade de transportes foi multiplicada por um racional, para preservar os dados da empresa.

Figura 2.1: Utilização de veículos no ano fiscal 2014

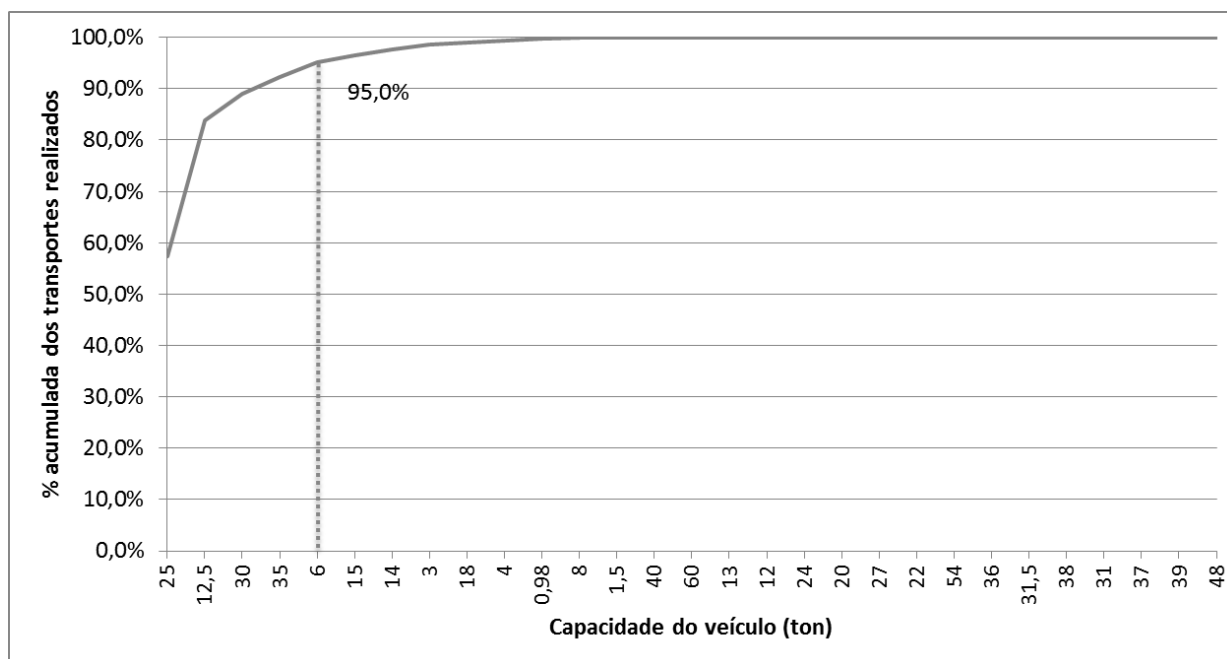


Fonte: Elaboração própria do autor

Pode se perceber que três tipos de veículos representam uma parcela significativa dos transportes realizados, em números totais.

Para melhor analisar a importância desses três veículos para a operação total, será utilizada a análise pela curva ABC. Esta análise mostra a parcela acumulada do total de transportes que são realizados pelos tipos de veículos com maior demanda.

Figura 2.2: Curva ABC dos tipos de veículos utilizados



Fonte: Elaboração própria do autor

Com o auxílio da análise pela curva ABC, pode-se constatar que 95% dos transportes são realizados com apenas 5 dos 31 tipos de veículos cadastrados. Os 5 tipos de veículo mais utilizados são:

Tabela 2.1: Perfil de utilização dos tipos de veículos

| Tipo de veículo                 | Utilização |
|---------------------------------|------------|
| <b>Carreta (25 ton)</b>         | 57,4%      |
| <b>Truck (12,5 ton)</b>         | 26,5%      |
| <b>Carreta trucada (30 ton)</b> | 5,1%       |
| <b>Toco (6 ton)</b>             | 3,3%       |
| <b>Vanderleia (35 ton)</b>      | 2,8%       |

Fonte: Elaboração própria do autor

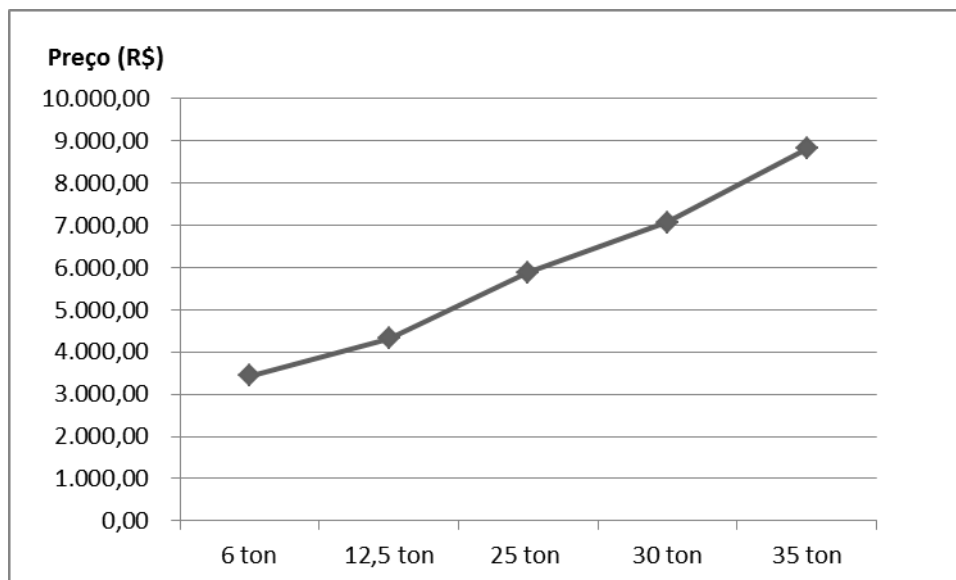
Como estes veículos realizam a grande maioria dos transportes da empresa, o trabalho será focado na análise das viagens realizadas por tais tipos de veículo.

### 2.2.2 Análise da tabela de fretes

Como explicado na Tabela 1.1, os preços de cada transporte variam conforme a distância percorrida e o tipo de veículo utilizado. Além disso, cada transportadora possui uma tabela de preços diferente.

Para ilustrar as vantagens da consolidação de carga, será utilizado um exemplo de uma transportadora. Os preços médios dos transportes realizados em uma certa faixa de quilometragem segundo o tipo de veículo utilizado, para a transportadora mais requisitada pela empresa, se encontram na Figura 2.3.

Figura 2.3: Preço de contratação de veículos



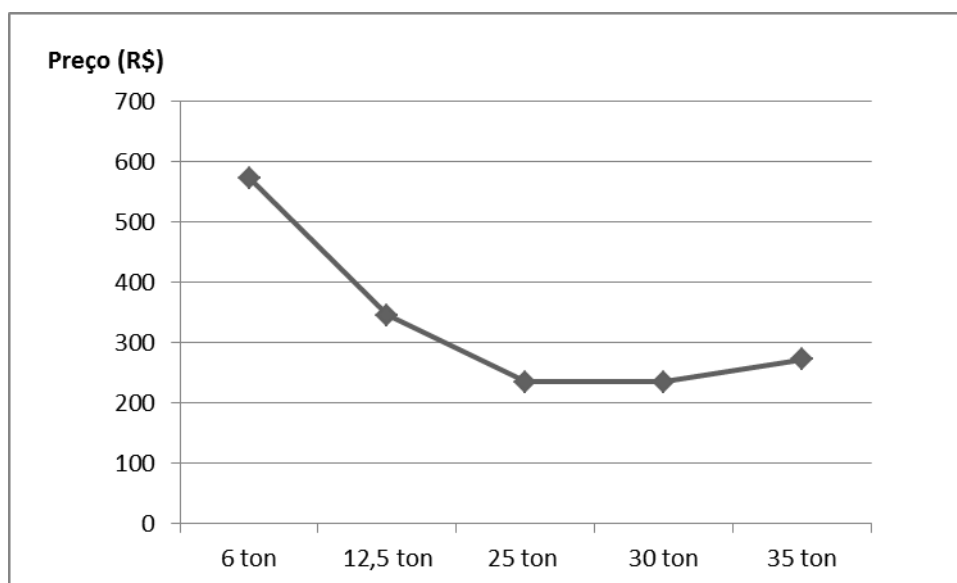
Fonte: Elaboração própria do autor

O comportamento observado é semelhante para qualquer transportadora analisada.

O preço por tipo de veículo mostra como evolui o frete pago pelo transporte de cada veículo. No entanto, o preço por tipo de veículo não leva em consideração a capacidade de carregamento do caminhão. Para se compreender o preço pago pela utilidade de transporte do veículo, deve-se levar em conta a capacidade do mesmo, ou seja, deve-se analisar o preço pago por capacidade de carregamento.

Para calcular o preço pago por tonelada transportada, divide-se o preço do frete por transporte pela capacidade de carregamento, em peso transportado.

Figura 2.4: Preço de contratação de veículos por tonelada transportada



Fonte: Elaboração própria do autor

Assim temos o custo por tonelada de produto transportada. A Figura 2.4 deixa claro que os veículos de capacidade 25 e 30 toneladas são os mais baratos por quantidade de produto transportado.

Ao selecionar os pedidos a serem transportados, existe uma restrição em relação ao peso carregado em um único caminhão. O peso deve ser menor ou igual à capacidade de carregamento, que é constante para cada tipo de veículo.

O preço dos veículos contratados é definido em função somente da distância a ser percorrida e da capacidade do veículo a ser utilizado, não dependendo da quantidade de produto efetivamente carregada em cada veículo.

Portanto, ao alocar mais produto em um mesmo veículo sem que haja alteração de distância ou necessidade de um veículo maior, o custo de frete por peso de produto transportado é reduzido, dado que o preço do transporte não se altera e a quantidade transportada aumenta.

No processo real de roteirização, a adição de uma entrega em um mesmo veículo normalmente incorre no aumento da distância total a ser percorrida devido à necessidade de desvios da rota original ou extensão da mesma, elevando assim o custo com o frete. Dessa forma, apesar de o veículo passar a atender um cliente a mais e melhorar a sua ocupação, o custo com o frete e a quantidade transportada aumentam, resultando numa alteração do custo por quantidade transportada.

### 2.2.3 *Análise de custos*

Para se entender como se comportam os custos com transportes na empresa, são utilizados internamente alguns indicadores que assume-se impactarem o custo incorrido em um determinado período. Neste capítulo serão verificados, através de análises estatísticas, se os custos realmente são influenciados por tais indicadores.

A base de dados utilizada apresenta o custo total incorrido para cada veículo que realiza entregas para a empresa. Com essa informação, é possível analisar se o custo de cada veículo tem relação com os indicadores utilizados hoje para estimar custo, sendo eles a distância percorrida, a quantidade transportada e a taxa de ocupação dos veículos.

Como cada tipo de veículo possui uma diferente tabela de fretes, é preciso realizar a análise separadamente.

Os três indicadores utilizados na área são a distância percorrida, a taxa de ocupação do veículo e o peso transportado. Uma quarta análise foi realizada, relacionando simultaneamente o custo com os três indicadores relacionados a custo de transportes, pois este racional é utilizado na empresa para realizar previsões de custos a partir dos parâmetros distância, peso e ocupação.

Para verificar se há influência dos indicadores analisados com o custo, será primeiramente utilizado o método da regressão linear simples. Essa ferramenta estatística permite identificar o relacionamento entre uma variável independente  $X$  e uma outra dependente  $Y$ , através de uma equação matemática do tipo  $y = \alpha + \beta x - \varepsilon$ . No caso em estudo,  $Y$  seria o custo do transporte e  $X$  seria um dos fatores analisados. Segundo Costa Neto (2002), algumas hipóteses devem ser admitidas para que se possa aplicar o modelo:

- Os indicadores utilizados para a variável  $X$  são considerados sem erro, de forma que os erros entre o valor determinado pelo modelo e o valor real verificado sejam explicados pelo erro na variável  $Y$  (custo)
- O erro  $\varepsilon$  se deve à aleatoriedade da variação de  $Y$ , e será assumido que sua média seja 0 e sua distribuição seja normal
- A variação residual de  $Y$  é constante com  $X$ , ou seja, a variação de  $Y$  em torno da linha de regressão independe do ponto  $X$  considerado
- A variação do valor  $Y$  em torno da linha de regressão segue uma distribuição normal, para qualquer valor de  $X$ .

Para determinar os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  da equação de reta, pode-se utilizar o método de mínimos quadrados, que procura minimizar as distâncias entre as variáveis  $Y_i$ , valores reais medidos de custos, e os valores  $\hat{Y}_i$ , valores calculados pela equação.

Os coeficientes podem ser calculados por:

$$\beta = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\alpha = \bar{y} - b\bar{x}$$

onde  $x_i$  e  $y_i$  são as coordenadas dos pares de pontos (x,y) e  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias das coordenadas X e Y, respectivamente, de todos os pontos analisados.

Um meio de se definir a utilidade de uma regressão é a utilização do coeficiente de determinação ( ou coeficiente de correlação de Pearson), cujo símbolo é  $R^2$  e a fórmula:

$$R^2 = \frac{b_1^2 * S_{xx}}{S_{yy}}$$

onde:

$$b_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

$$S_{xy} = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i * \sum y_i)}{n}$$

$$S_{xx} = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$$

$$n = \text{quantidade de pares utilizados}$$

O valor de  $R^2$  varia de 0 a 1 e determina a porcentagem da variação de Y que é explicada pela reta de mínimos quadrados, sendo o restante explicada pela variação residual. Segundo Costa Neto (2002), um  $R^2$  de mais de 80% mostra que a reta é bastante útil para explicar a variação em Y.

Para se certificar que a variação residual seja pequena quando comparada à variância pela regressão, é utilizado o teste de análise de variância. Nele, é preciso testar duas hipóteses:

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

A hipótese  $H_0$  significa que o coeficiente de reta encontrado é zero, ou seja, a equação obtida não é adequada para estimar valores de Y. Se for possível provar que  $H_0$  não é válida, aceita-se  $H_1$  e a equação de regressão é considerada significativa.

O teste da hipótese é realizado através do cálculo do valor de F-Snedecor, que é depois comparado com um valor tabelado de F, em função dos graus de liberdade, número de pares

de dados utilizados e nível de significância. O cálculo de  $F$  para uma regressão linear é dado por:

$$F_{calc} = \frac{b_1^2 S_{xx}}{\left( \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n - 2} \right)}$$

Onde  $b_1$  é o valor do coeficiente linear da reta de regressão,  $(y_i - \hat{y})$  são as diferenças entre os pares de valores de  $Y$  calculados pela reta e o valor real medido, e  $n$  é o número de pares utilizados para estimar a reta.

O valor de  $F_{calc}$  é então comparado com o valor  $F$  tabelado. Se  $F_{calc}$  for maior, rejeita-se  $H_0$  e a regressão é considerada significativa.

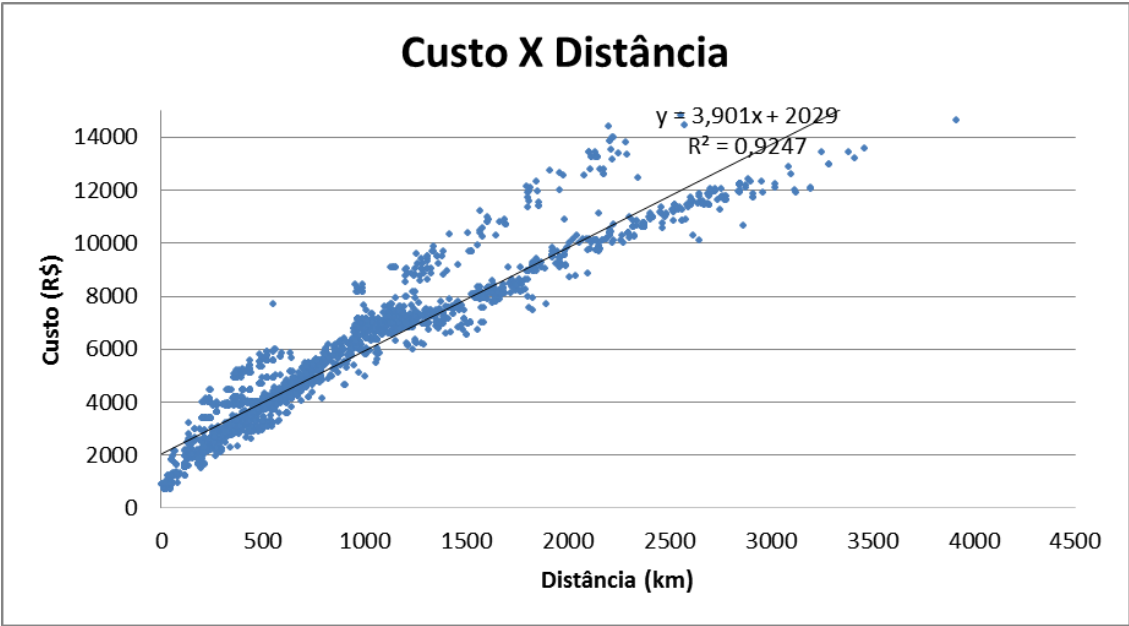
Com essas fórmulas, foram realizados os cálculos dos coeficientes de determinação das regressões encontradas para os indicadores distância, peso transportado, taxa de ocupação, e o racional  $\frac{\text{peso} \cdot \text{distância}}{\text{taxa de ocupação}}$ , que é utilizado na empresa como alternativa de indicador de custos. Para os casos em que o coeficiente aponta para uma regressão relevante, os parâmetros das regressões lineares também são determinados.

### 2.2.3.1 Carretas

Durante o período analisado, foram feitos 3239 transportes com veículo do tipo carreta. Os diagramas de dispersão do custo destes transportes em relação às variáveis são descritos entre a Figura 2.5 e a Figura 2.8 :

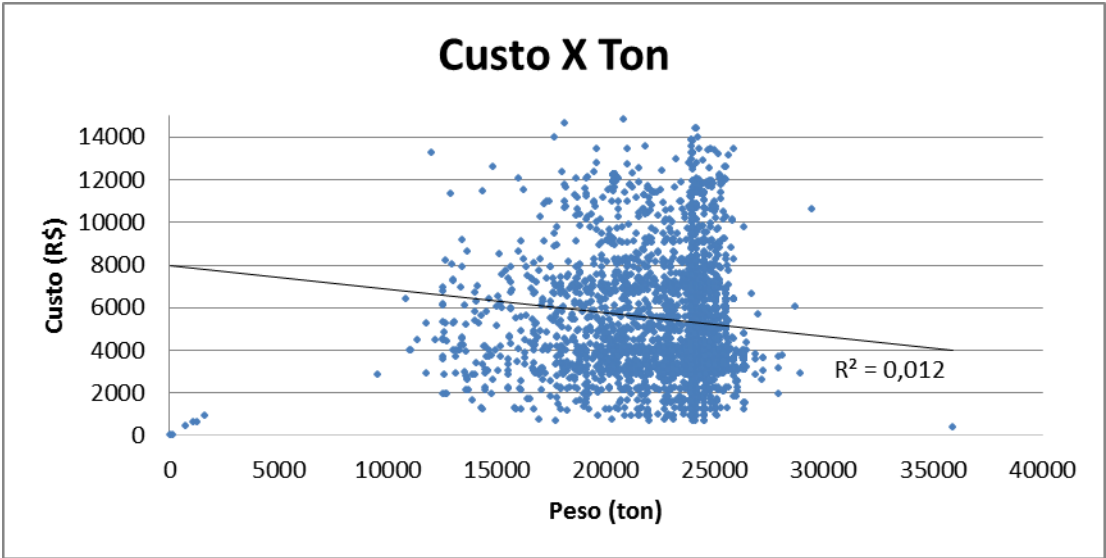


Figura 2.5: Custo x Distância - carretas



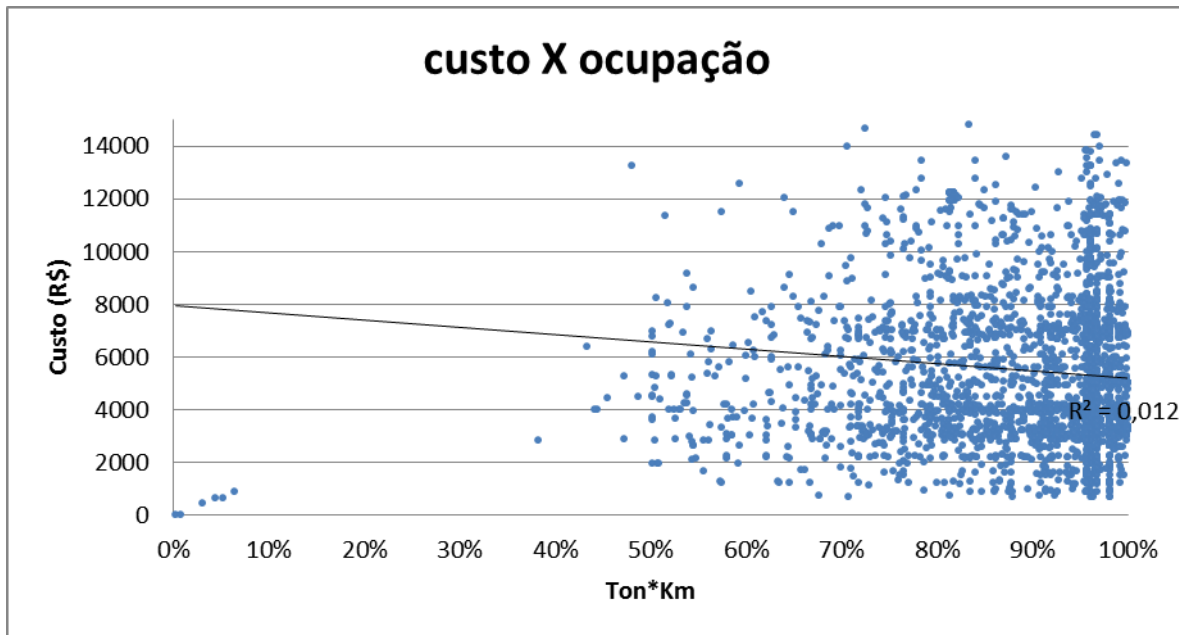
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.6: Custo x Tonelagem - Carretas



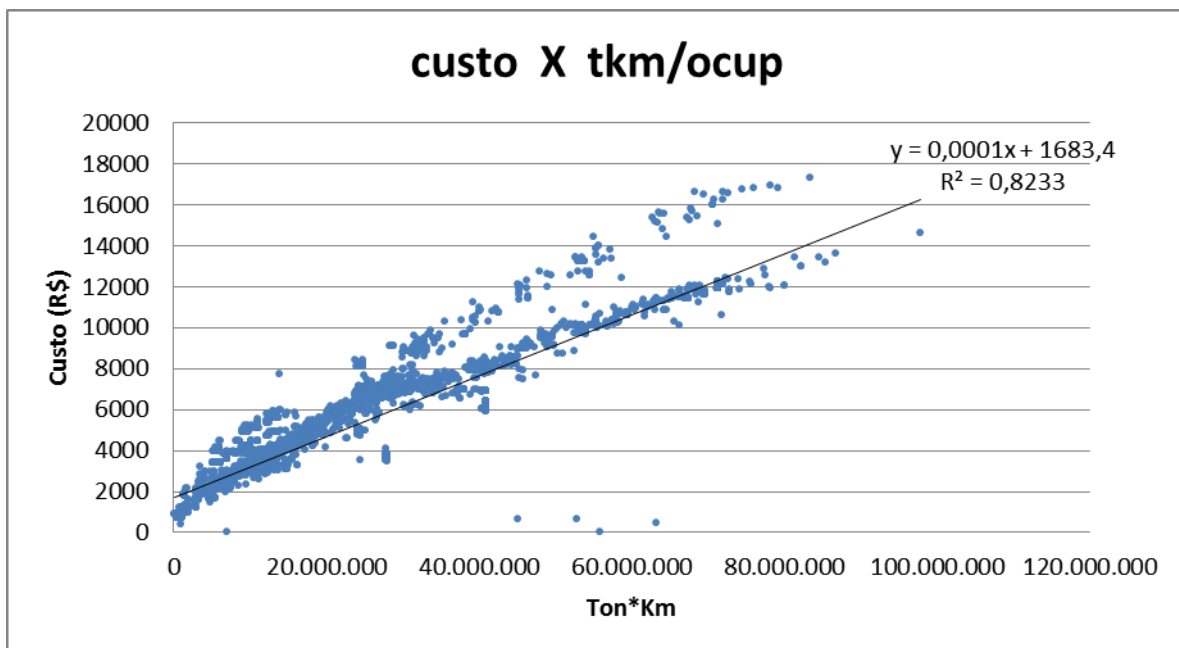
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.7: Custo x Ocupação - Carretas



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.8: Custo x tkm/ocupação - carretas

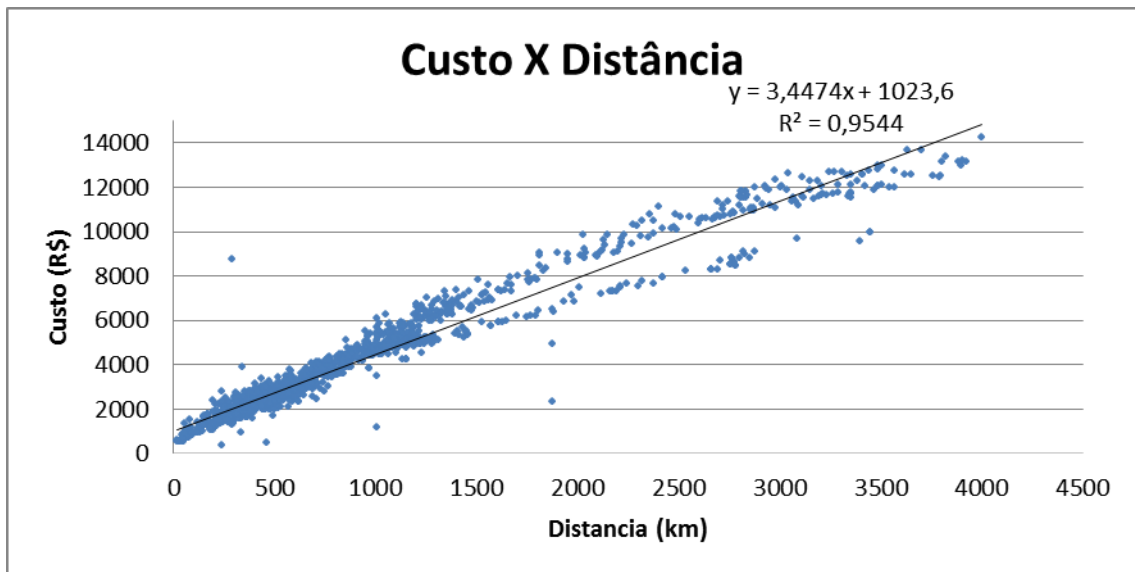


Fonte: Elaboração própria do autor

### 2.2.3.2 Truck

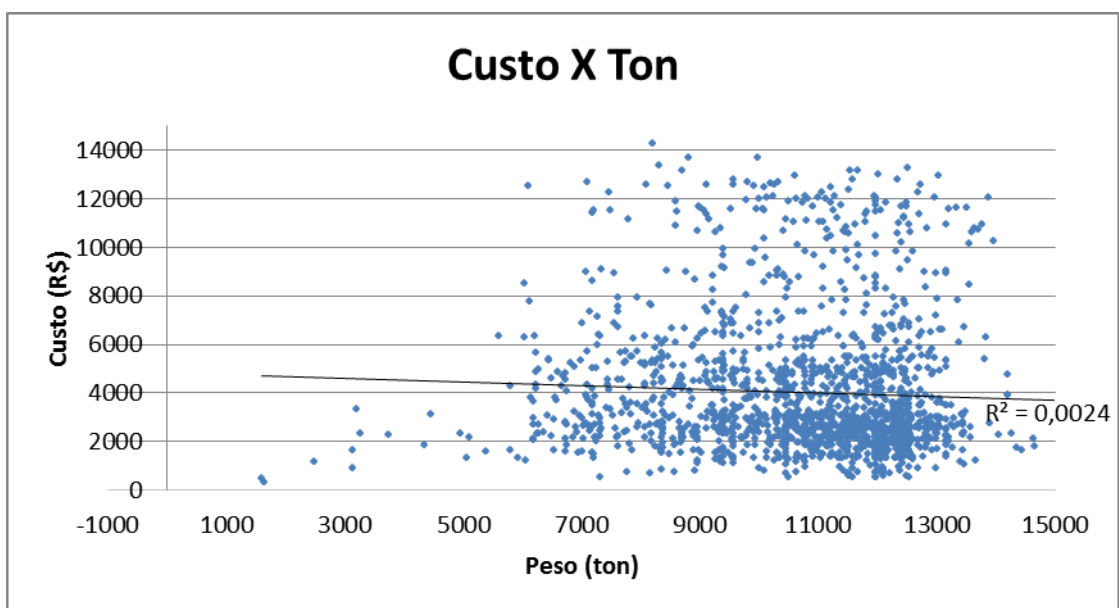
Durante o período analisado, foram feitos 1733 transportes com veículo do tipo truck. Os diagramas de dispersão do custo destes transportes em relação às variáveis são descritos entre a Figura 2.9 e a Figura 2.12:

Figura 2.9: Custo x Distância - truck



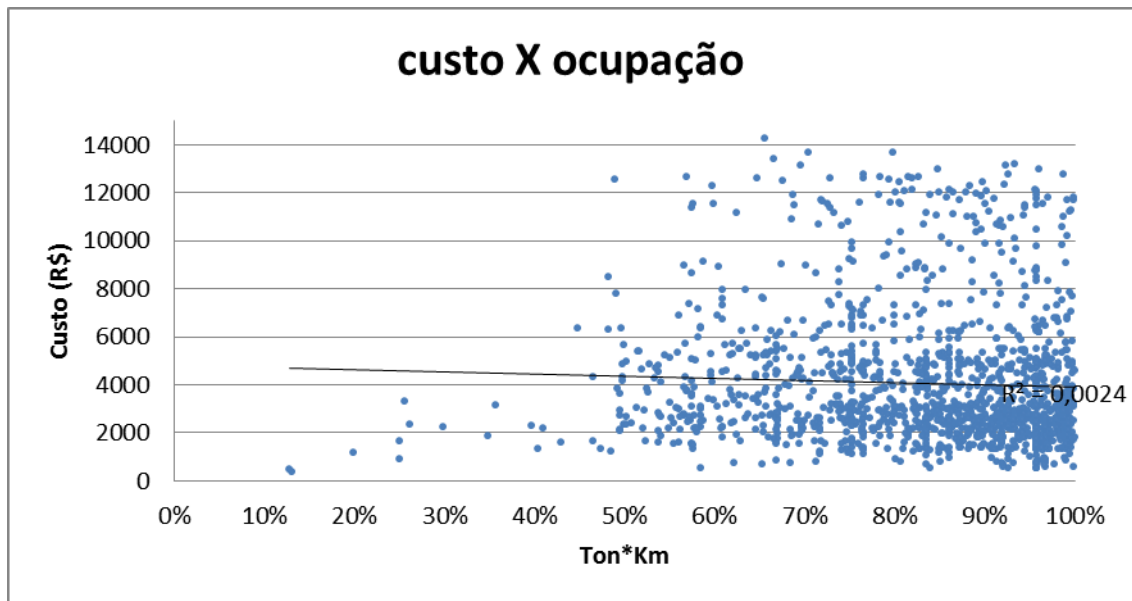
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.10: Custo x Tonelagem - truck



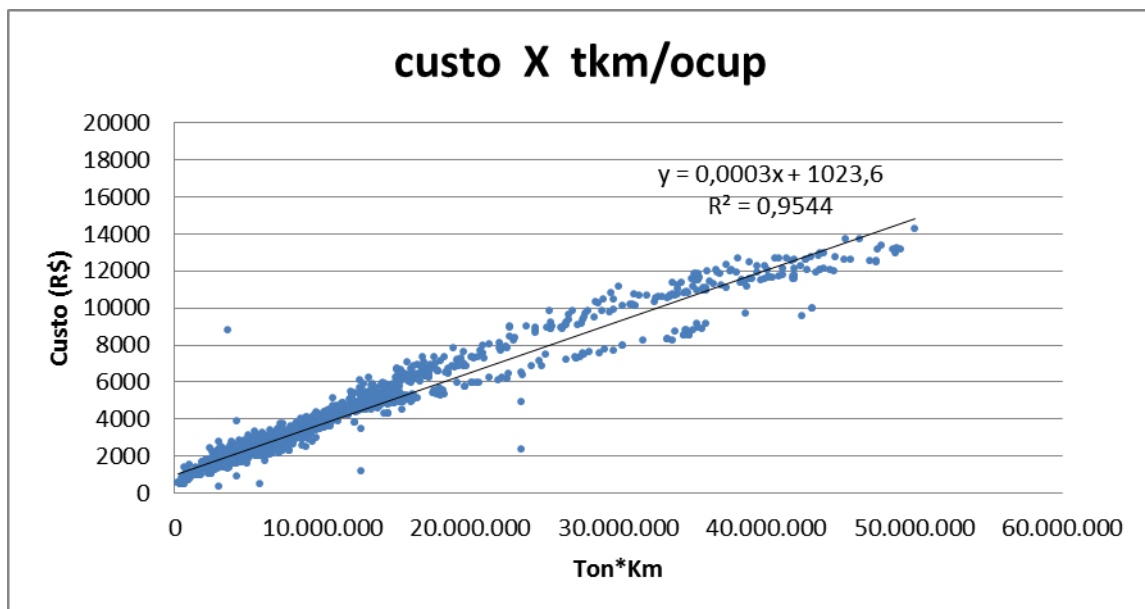
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.11: Custo x ocupação - truck



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.12: Custo x tkm/ocupação - truck

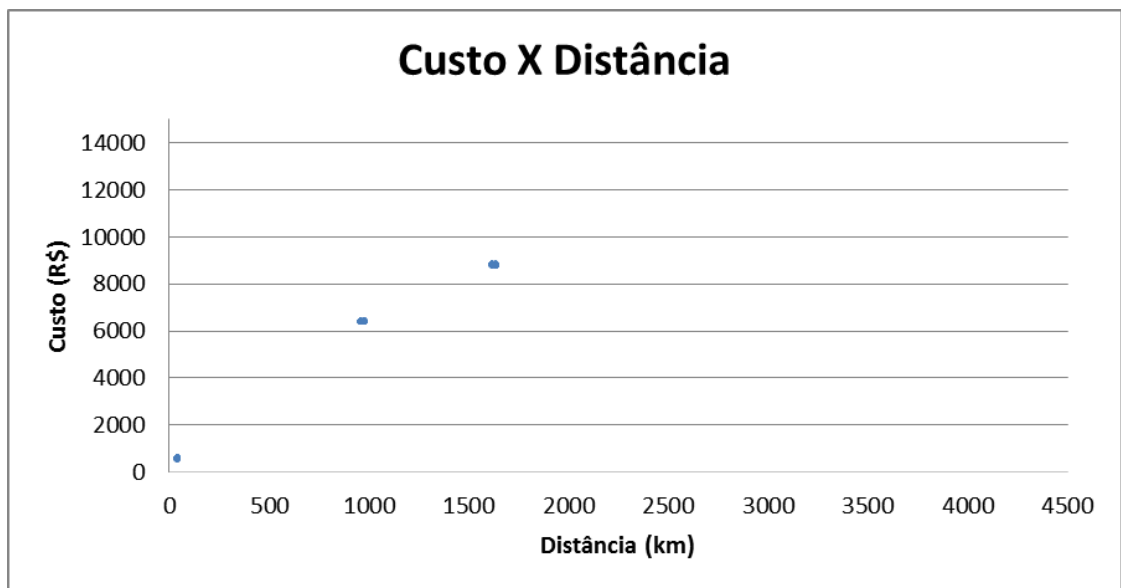


Fonte: Elaboração própria do autor

### 2.2.3.3 Carreta trucada e Vanderleia

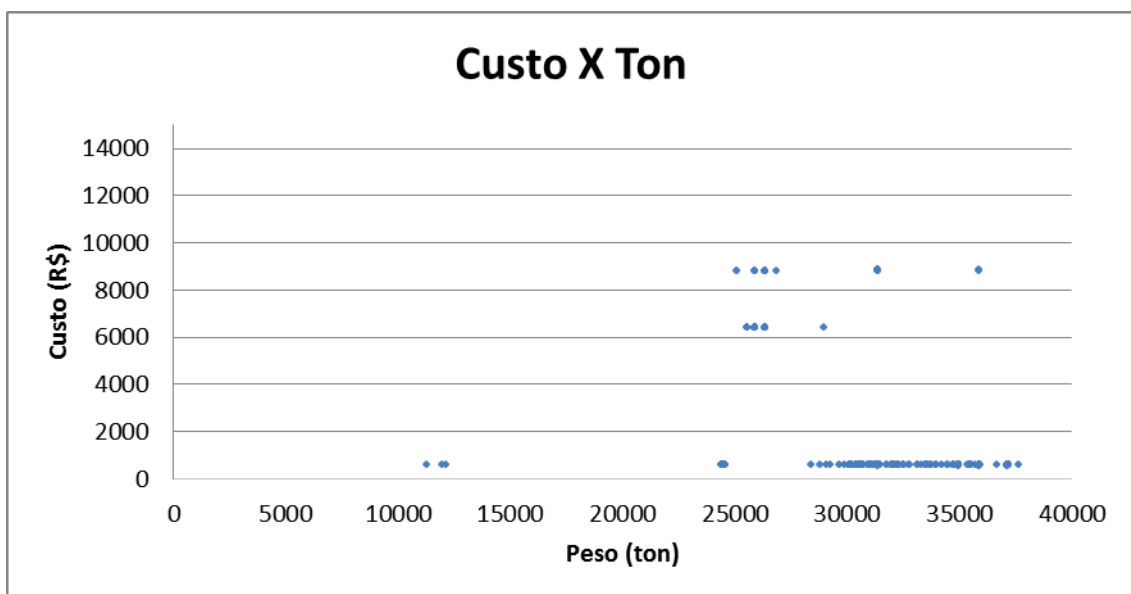
Durante o período analisado, foram feitos 837 transportes com veículo do tipo carreta ou vanderleia. Os diagramas de dispersão do custo destes transportes em relação às variáveis são descritos entre a Figura 2.13 e a Figura 2.16

Figura 2.13: Custo x distância - carreta trucada e vanderleia



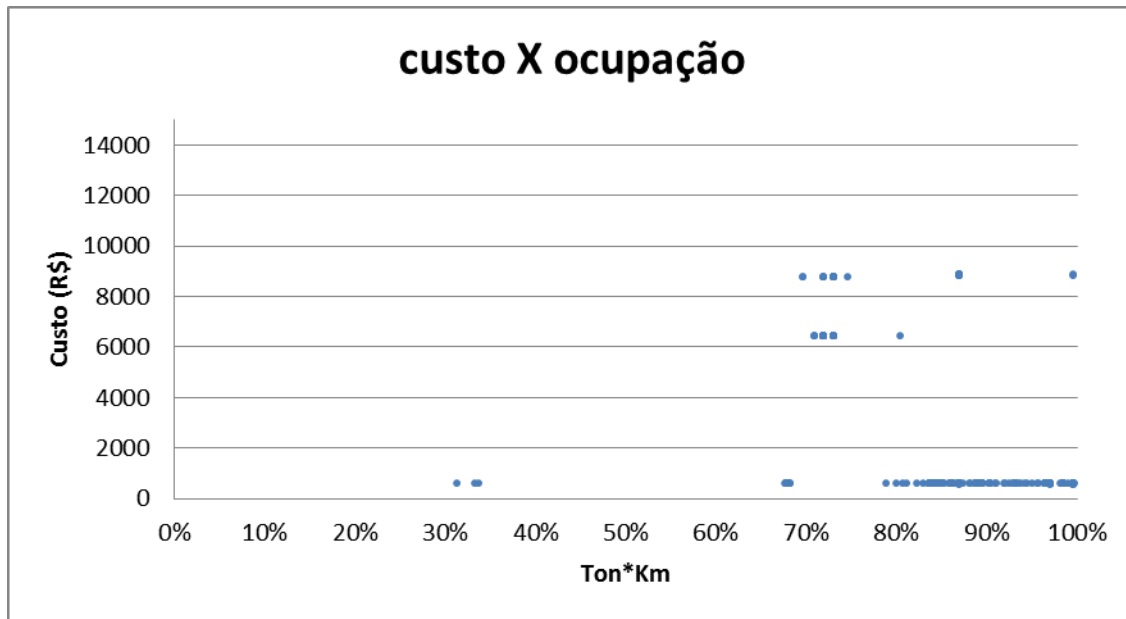
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.14: Custo x tonelagem - carreta trucada e vanderleia



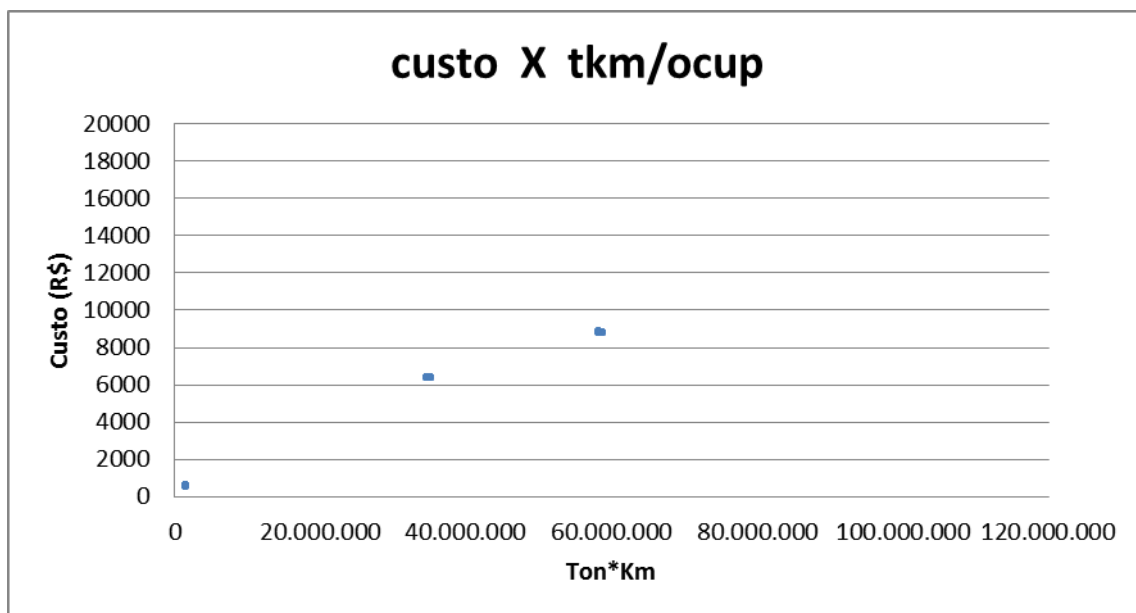
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.15: Custo x ocupação - carreta trucada e vanderleia



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.16: Custo x tkm/ocupação - carreta trucada e vanderleia

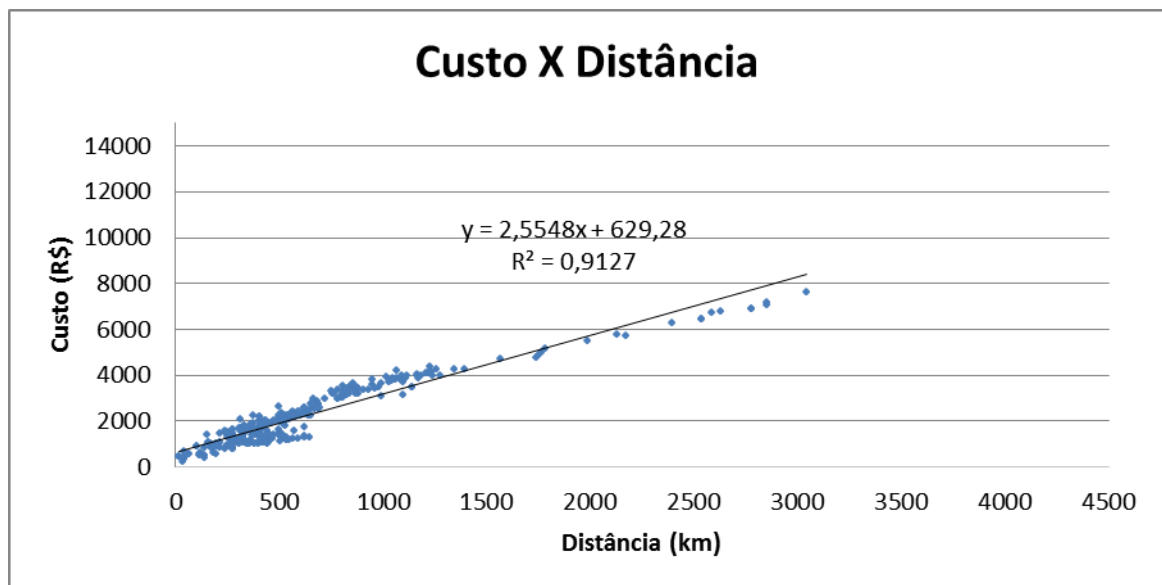


Fonte: Elaboração própria do autor

### 2.2.3.4 Toco

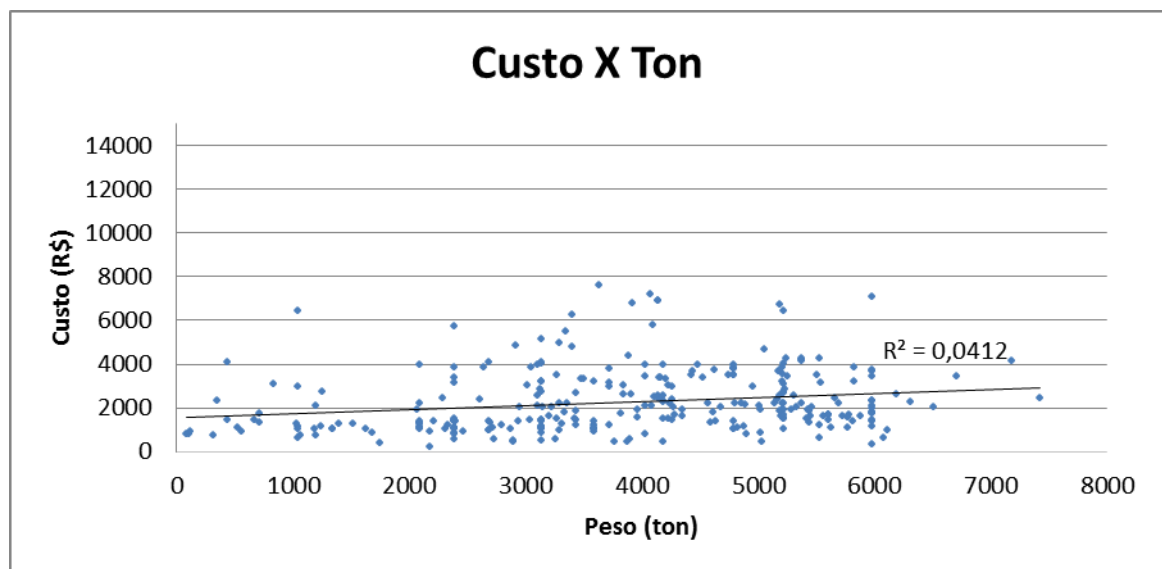
Durante o período analisado, foram feitos 283 transportes com veículo do tipo toco. Os diagramas de dispersão do custo destes transportes em relação às variáveis são descritos entre a Figura 2.17 e a Figura 2.20

Figura 2.17: Custo x distância - toco



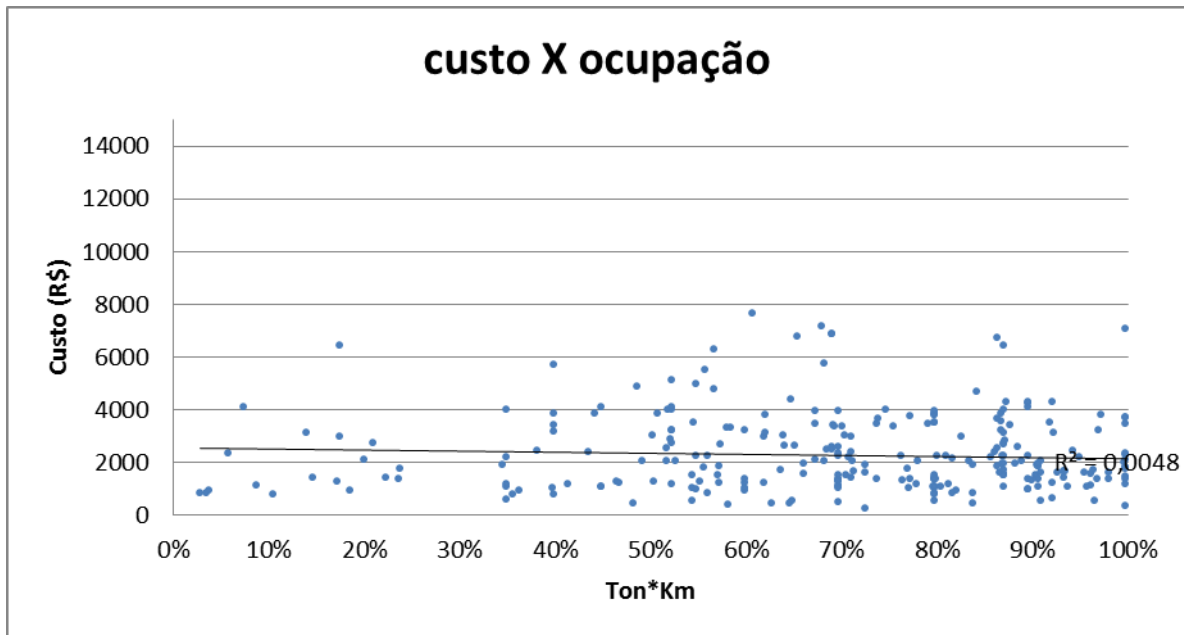
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.18: Custo x tonelage - toco



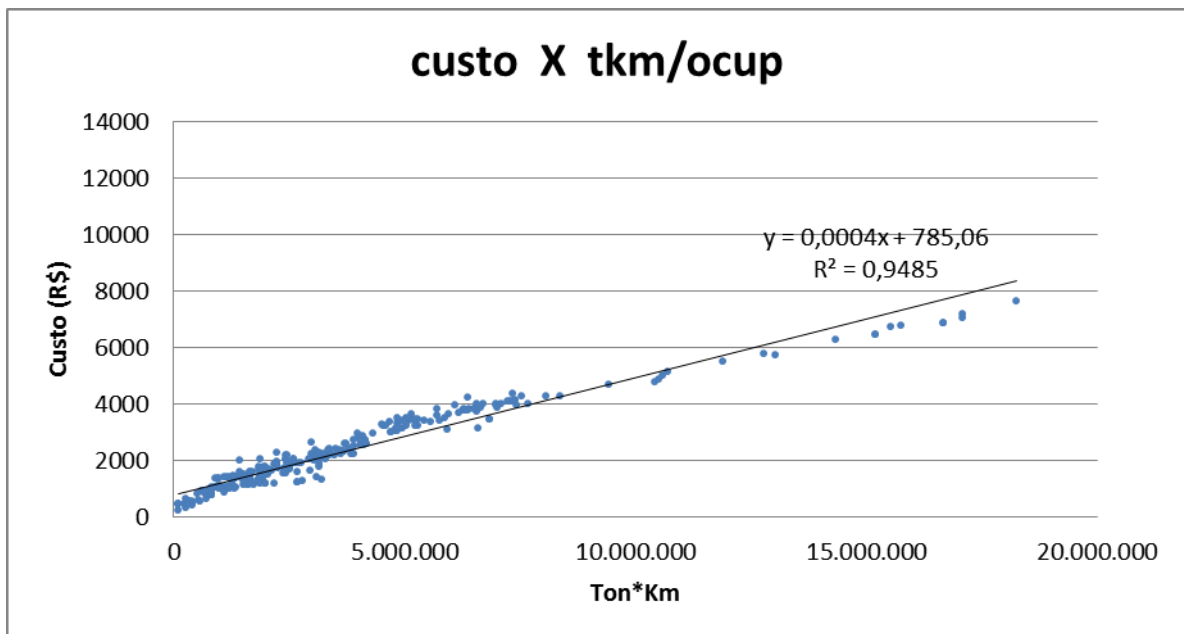
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.19: Custo x ocupação - toco



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.20: Custo x tkm/ocupação - toco



Fonte: Elaboração própria do autor

Da análise dos dados, percebe-se que os tipos de veículo carreta trucada e vanderleia realizam transportes pouco diversificados, pois há apenas 3 faixas de distância percorrida por esses tipos de veículos.



Após um estudo da operação da empresa através de questionamento de funcionários, ficou clara a razão. Tais veículos são responsáveis por transferências de produto entre fábrica e o CD principal, e do CD principal para outros CDs. Como as transferências são processos internos à empresa, ou seja, não afetam o cliente diretamente, não serão consideradas no estudo. Logo, os transportes realizados pelo tipo de veículo carreta trucada ou vanderleia deixam de serem analisados.

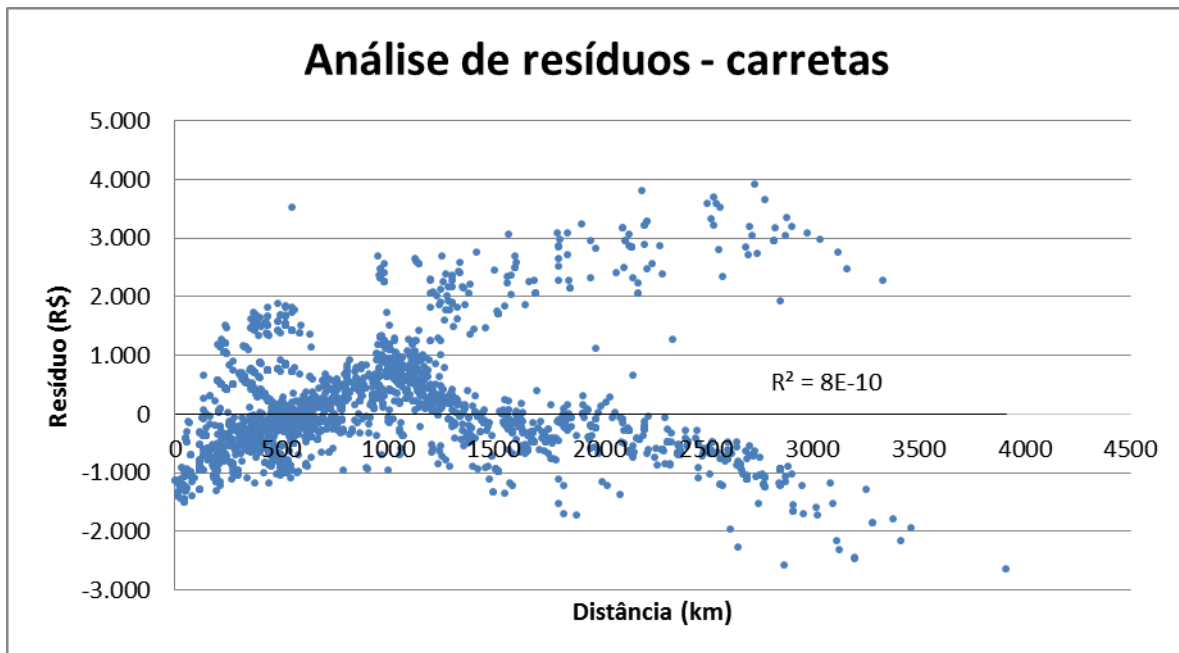
Para todos os outros tipos de veículos verificados, houve relevância dos indicadores da distância percorrida e do racional  $\frac{\text{peso} \cdot \text{distância}}{\text{taxa de ocupação}}$  com o custo do transporte, mas não da taxa de ocupação ou do peso carregado. Portanto, conclui-se que os indicadores de taxa de ocupação e peso carregado podem influir na quantidade de transportes realizados durante um determinado período, mas não têm influência no custo incorrido em cada transporte individualmente.

Para os tipos de veículos carreta e truck, que representam juntos 84% dos transportes realizados, o indicador de distância foi o mais relevante para fornecer uma aproximação, e portanto foi o escolhido para descrever a função de custos.

Para verificar se as hipóteses assumidas estão sendo respeitadas, foi feita uma análise de resíduos das regressões. Ela consiste na análise das diferenças entre os valores  $Y_i$  medidos na operação e os  $\hat{Y}$  calculados pelas equações de regressão linear. Essas diferenças são então colocadas em um gráfico de dispersão, em função da variável  $X_i$ , e é feita uma análise do posicionamento dos pontos encontrados.

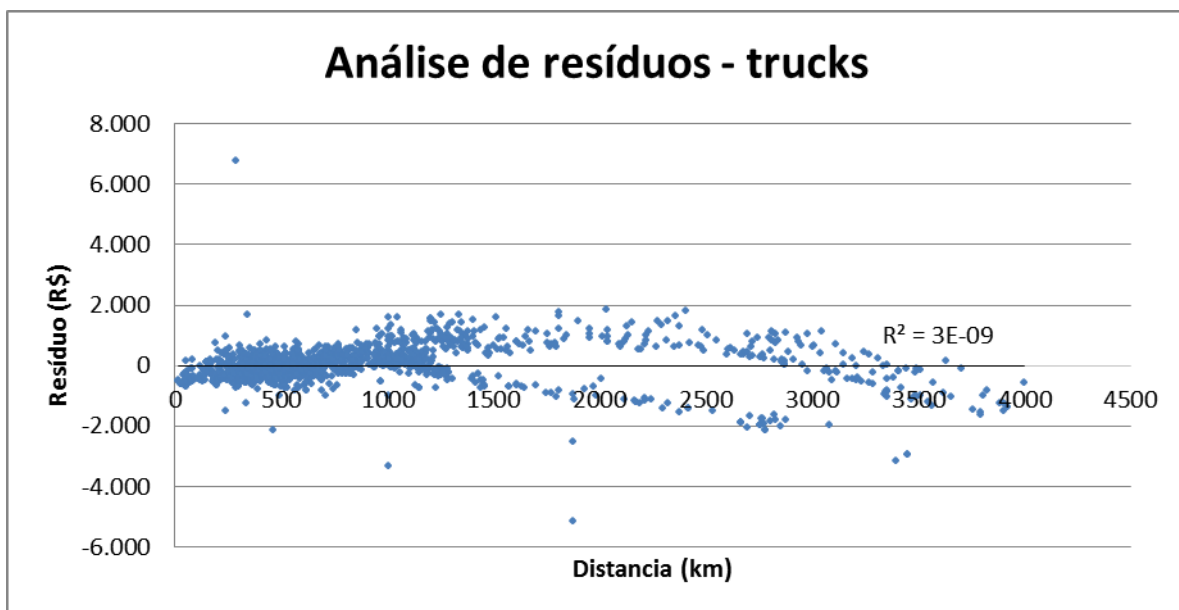
Os gráficos de dispersão são mostrados entre a Figura 2.21 e a Figura 2.23 a seguir

Figura 2.21: Análise de resíduos - carretas



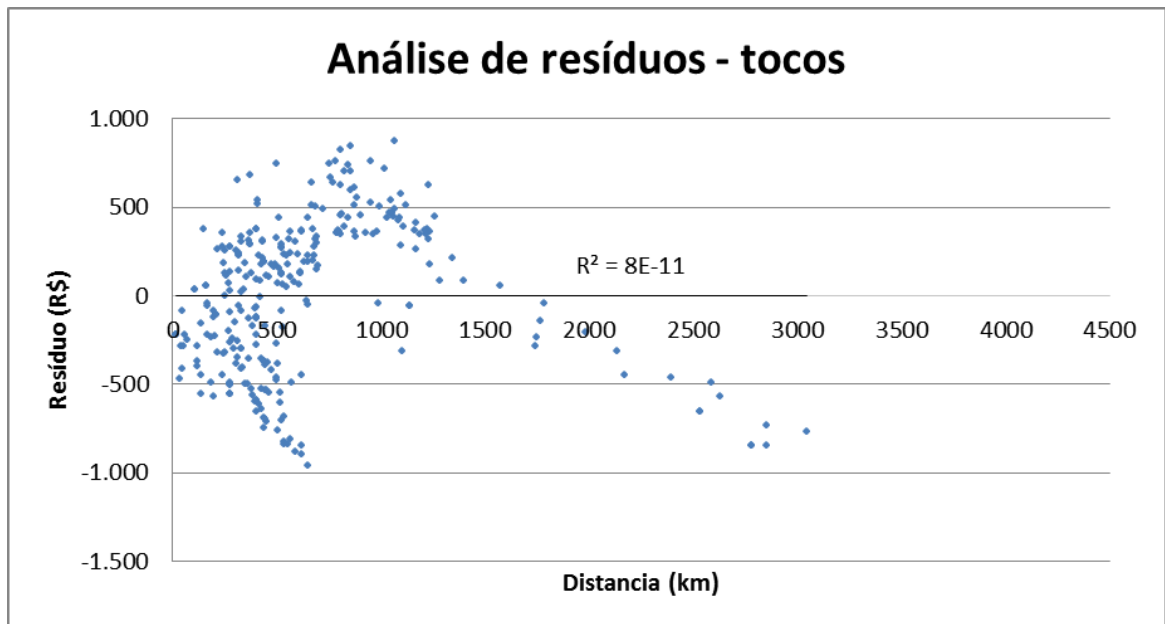
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.22: Análise de resíduos - trucks



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.23: Análise de resíduos - tocos



Fonte: Elaboração própria do autor

Dos gráficos obtidos, é possível fazer duas observações:

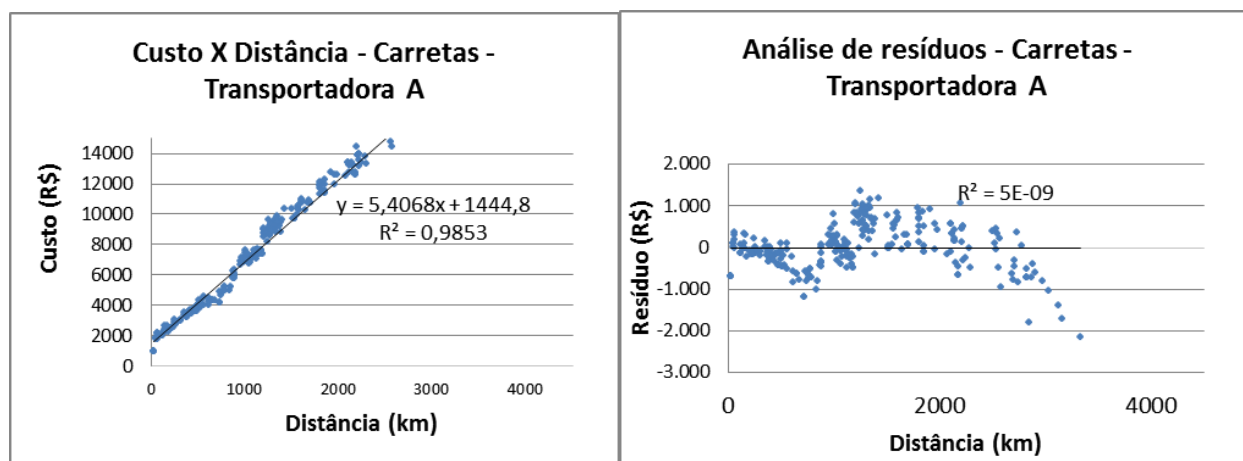
- As três dispersões apresentam um formato curvo, não aleatório em torno do zero, o que significa que há algum problema com as hipóteses assumidas.
- Para os veículos do tipo carreta e truck, há uma dispersão em duas faixas distintas de dados a partir de uma certa distância percorrida pelos veículos. Isso significa que a hipótese de que a variação residual de Y é constante para cada de X está incorreta para o caso X = distância percorrida.

Após investigar a base de dados utilizada, constatou-se que a dispersão dos custos em duas faixas se deve aos transportes realizados por uma das transportadoras do CD de São José dos Campos. Essa transportadora que trabalha com a empresa possui uma frota de trucks maior do que de carretas. Para diminuir a ociosidade dos veículos da sua frota, ela negociou uma tabela de fretes na qual o preço dos trucks é mais baixo em relação aos preços praticados por outras transportadoras, enquanto que as carretas tiveram preço negociado mais elevado.

Para corrigir esse desvio, a regressão foi refeita segregando os transportes por ela realizados em carretas e trucks, bem como as novas equações de reta, os coeficientes de determinação e as análises de resíduos para cada regressão. Para diferenciá-la das demais, ela será denominada Transportadora A.

Com a melhoria da equação de reta obtida, também foi feita a análise de variância para identificar a relevância da nova regressão. O nível de confiança escolhido para a análise de variância foi de 95%.

Figura 2.24: Regressão linear e análise de resíduos - Carretas – Transportadora A

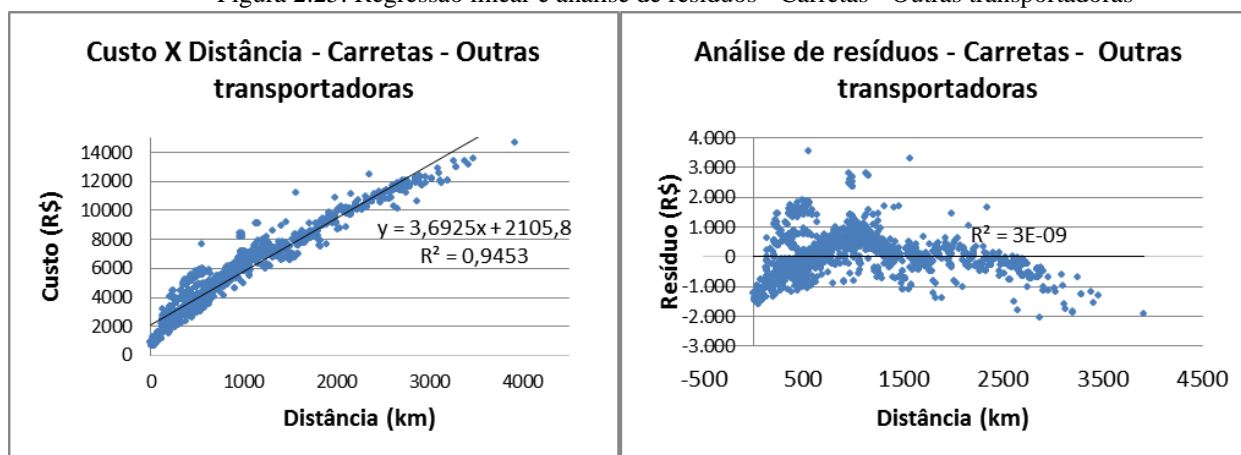


Fonte: Elaboração própria do autor

$$F_{calc} = \frac{5,4068^2 * 179063149}{\frac{78109333}{282 - 2}} = 18765$$

Como o valor tabelado de  $F_{1, 280, 5\%} = 3,881$ , rejeita-se  $H_0$  e aceita-se a equação de regressão.

Figura 2.25: Regressão linear e análise de resíduos - Carretas - Outras transportadoras

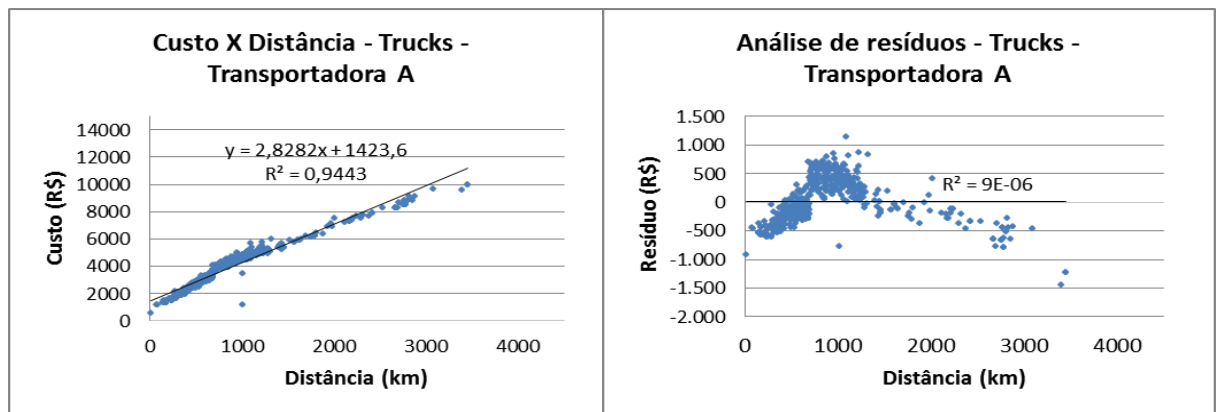


Fonte: Elaboração própria do autor

$$F_{calc} = \frac{3,6925^2 * 1755684022}{\frac{1385540094}{2957 - 2}} = 51054$$

Como o valor tabelado de  $F_{1, 2955, 5\%} = 3,881$ , rejeita-se  $H_0$  e aceita-se a equação de regressão.

Figura 2.26: Regressão linear e análise de resíduos - Trucks - Transportadora A

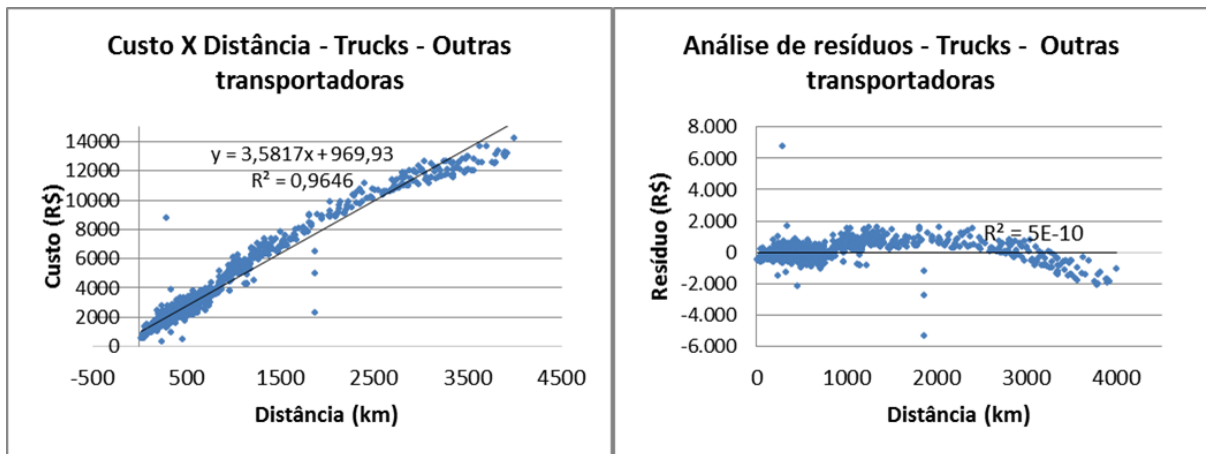


Fonte: Elaboração própria do autor

$$F_{calc} = \frac{2,8282^2 * 190272433}{\frac{81492313}{509 - 2}} = 9469$$

Como o valor tabelado de  $F_{1, 507, 5\%} = 3,881$ , rejeita-se  $H_0$  e aceita-se a equação de regressão.

Figura 2.27: Regressão linear e análise de resíduos - Trucks - Outras transportadoras



Fonte: Elaboração própria do autor

$$F_{calc} = \frac{3,5817^2 * 891506902}{\frac{419362483}{1224 - 2}} = 33326$$

Como o valor tabelado de  $F_{1, 1222, 5\%} = 3,881$ , rejeita-se  $H_0$  e aceita-se a equação de regressão.

Tanto para carretas quanto para trucks, as novas regressões apresentaram melhora no coeficiente de determinação, suas análises de variâncias indicam a validade da regressão e as análises de resíduos deixaram de exibir um aumento na variação do custo para faixas maiores de quilometragem.

As equações das regressões lineares obtidas são expostas na Tabela 2.2:

Tabela 2.2: Equações de 1º grau de custo de transporte em função da distância

| Tipo de veículo | Equação do custo com transportes para a transportadora A | Equação do custo com transportes para outras transportadoras |
|-----------------|--|--|
| Toco            | $y = 2,5548x + 629,28$                                   | $y = 2,5548x + 629,28$                                       |
| Truck           | $y = 2,8282x + 1423,6$                                   | $y = 3,5817x + 969,93$                                       |
| Carreta         | $y = 5,4068x + 1444,8$                                   | $y = 3,6925x + 2105,8$                                       |

Fonte: Elaboração própria do autor

No entanto, as análises de resíduos ainda não são distribuídas aleatoriamente em torno do zero, mas apresentam um formato de arco, o que leva a crer que uma regressão polinomial talvez dê resultados melhores que a regressão linear para descrever a relação entre a distância e custo do transporte. Dessa forma, será verificado se a equação do segundo grau que descreva a relação entre as duas variáveis elimina o problema verificado nas dispersões.

A regressão polinomial também se baseia no método dos mínimos quadrados para definir quais os parâmetros da equação de segundo grau mais adequados para a regressão.

A equação final será do tipo  $y = \alpha + \beta x + \gamma x^2$ . Para o cálculo dos coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , é utilizado um sistema de equações do tipo:

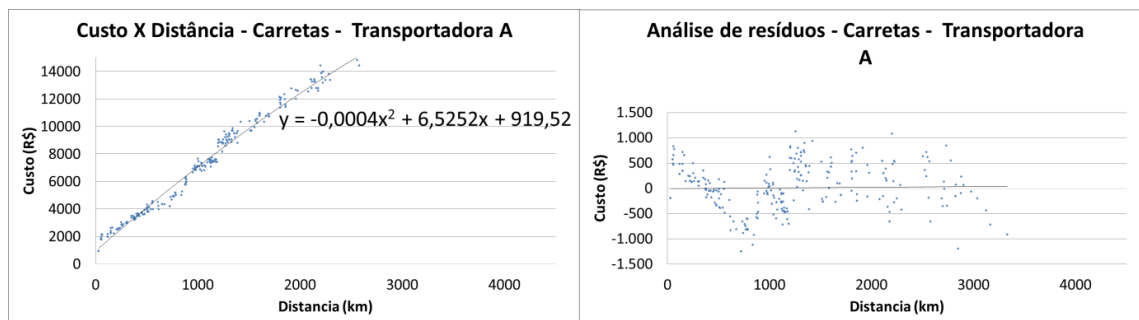
$$\begin{cases} \sum y_i = n\alpha + \beta \sum x_i + \gamma \sum x_i^2 \\ \sum x_i y_i = \alpha \sum x_i + \beta \sum x_i^2 + \gamma \sum x_i^3 \\ \sum x_i^2 y_i = \alpha \sum x_i^2 + \beta \sum x_i^3 + \gamma \sum x_i^4 \end{cases}$$

Onde  $x_i$  são os valores de distância,  $y_i$  os valores de custos e  $n$  é o número de pares de dados utilizados.

O coeficiente de determinação  $R^2$  não é calculado para regressões não lineares, pois não é válido estatisticamente.

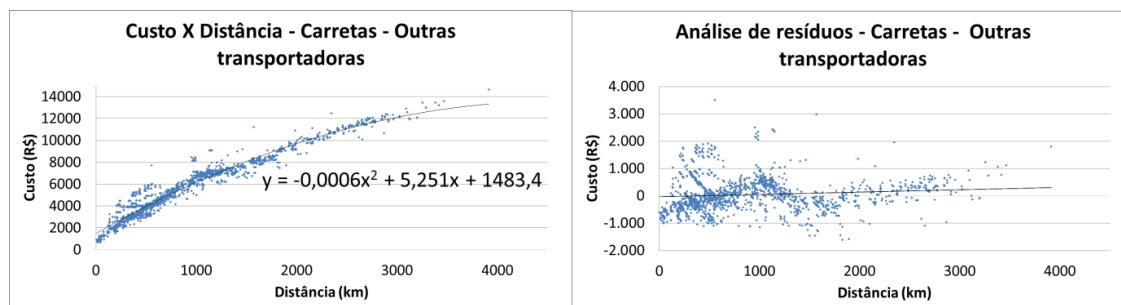
Aplicando-se a regressão polinomial de grau 2 aos transportes em carretas e trucks, as equações obtidas foram:

Figura 2.28: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Transportadora A



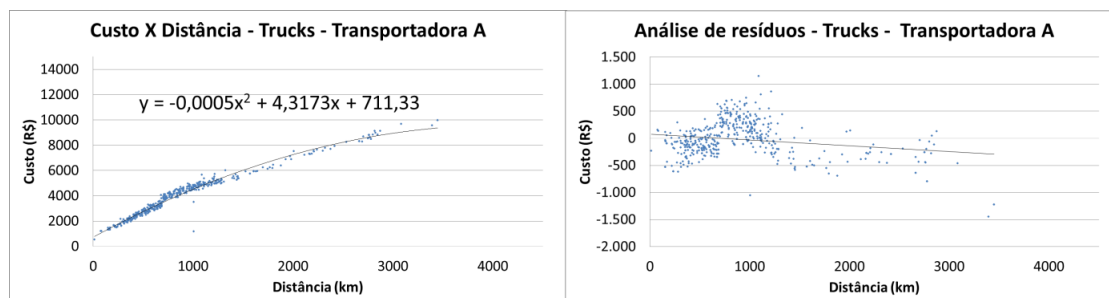
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.29: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Outras transportadoras



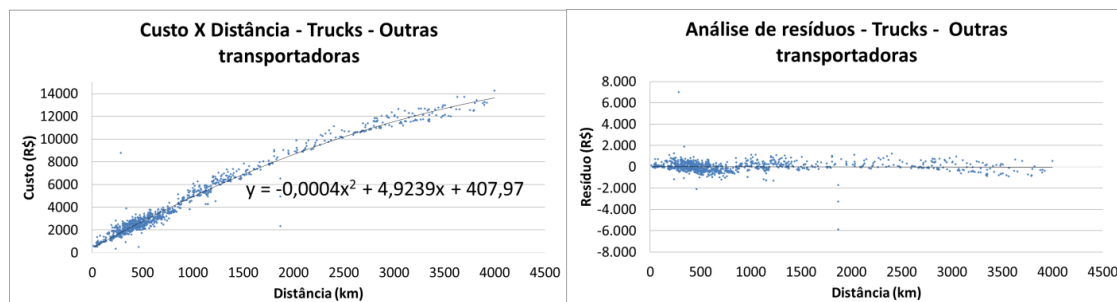
Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.30: Regressão polinomial e análise de resíduos - Trucks - Transportadora A



Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 2.31: Regressão polinomial e análise de resíduos - Trucks - Outras transportadoras



Fonte: Elaboração própria do autor



Na verificação das análises de resíduos não se observa mais a tendência de comportamento em arco. Mas em alguns casos ainda é possível verificar tendências do erro, que deveria ser totalmente aleatório e independente da distância, variar de maneira não aleatória em função da distância. O fato do resíduo não ser aleatório pode indicar a necessidade de utilizar um polinômio de grau maior para descrever a relação entre distância e custos. Outra possível causa para a não aleatoriedade dos dados pode ser a existência de outro fator, que não a distância percorrida, que influi na composição dos custos.

Após realizar análises com regressões polinomiais de grau maior que 2, concluiu-se que o aumento do grau do polinômio utilizado na regressão não resultou em resíduos independentes da distância percorrida, então é descartada a hipótese da necessidade de uma regressão polinomial de grau maior para obter uma regressão cujos resíduos independam da variável X. Não foi encontrado também outro fator que influencie significativamente o custo com transportes na empresa. Logo, não é possível concluir que o erro seja independente da distância.

Apesar da impossibilidade de garantir a validade estatística das equações obtidas através das regressões lineares, no intervalo de distâncias estudado elas descrevem de 94% a mais de 98% (dependendo da população estudada) da variação total dos custos, o que é demonstrado pelos coeficientes de determinação calculados para cada reta. Um outro fator que influencie os custos explicaria no máximo pouco mais de 5% da variação dos custos, sendo o restante função do fator distância percorrida. Dessa forma, apesar de não haver garantia estatística da validade das regressões, as equações de reta apresentadas na Tabela 2.2 determinadas para as regressões lineares serão utilizadas para estimar custos de transportes. Como a distância é o principal fator que influencia a composição de custos mas provavelmente não é o único, um cuidado a se tomar na hora de aplicar as equações obtidas é utilizar dados com valores para X que tenham distribuição semelhante ao dados utilizados para a obtenção das equações de reta, pois assim a parcela da variância residual não fará com que a variação dos custos totais estimados  $\hat{Y}$  tendam a ser mais altos ou mais baixos do que o custo real. Por causa da variância residual não aleatória, a utilidade do modelo para prever custos no futuro é comprometida, pois os transportes podem vir a se concentrar em uma determinada faixa de distância percorrida. Porém, o modelo ainda pode ser aplicado aos dados da própria base utilizada para calculá-lo, pois a distribuição das distâncias percorridas é a mesma no modelo e no conjunto de dados analisados por ele.

Os indicadores calculados atualmente, bem como a análise do perfil de veículos utilizados na operação são as informações que os gerentes da área possuem para tomada de decisão atualmente dentro da empresa, mas não são satisfatórios para levar a uma melhora do nível de serviço prestado. A elaboração de um novo sistema de indicadores se mostra necessária para melhorar o controle da operação e facilitar mudanças que levem ao cumprimento dos objetivos estabelecidos para a área.

Com as informações acerca do funcionamento e dos resultados da área em estudo, já se sabe o suficiente da situação atual para se poder decidir quais os focos e problemas a serem tratados na elaboração do sistema de indicadores. O modo como os indicadores serão obtidos será pesquisado em literatura especializada sobre indicadores.

### **3. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**

Para a elaboração de um novo sistema de indicadores logísticos para a área em estudo que aponte para mudanças capazes de resultar em melhoria no nível de serviço prestado nas entregas, foi realizada uma pesquisa em literatura especializada em indicadores logísticos, a fim de identificar os principais métodos propostos por acadêmicos para este tipo de projeto.

#### **3.1 Indicadores de processos logísticos**

Alguns dos principais autores em indicadores de desempenho logístico foram analisados a fim de identificar métodos para criação sistemas de medição que se mostrem aplicáveis ao caso em estudo. Alguns dos mais relevantes são citados neste capítulo.

##### ***3.1.1 Michigan State University – Global Class Logistics***

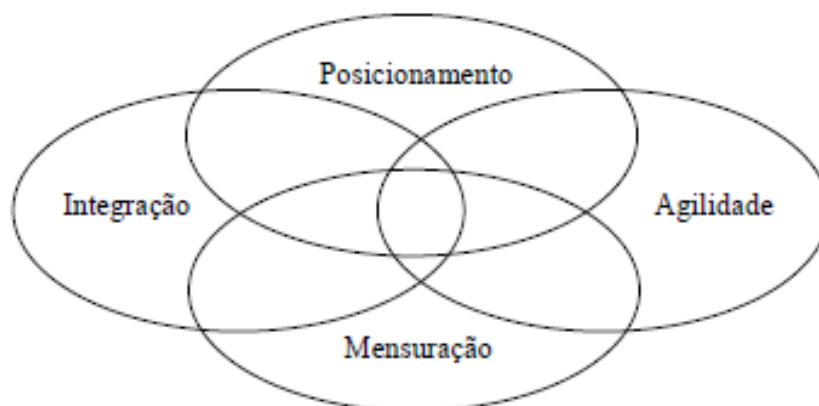
Através de um extenso estudo com grandes empresas de vários ramos de negócio diferentes cuja logística é considerada referência competitiva, a equipe de pesquisadores do *Global Logistics Research Team (GLRT)* realizou uma análise para entender como é feita a gestão da logística nessas empresas.

Identificados os fatores que levam essas empresas a terem alto nível de excelência logística, foi feito um estudo para identificar a universalidade desses fatores. Eles foram medidos utilizando-se dados de outras empresas para se verificar se esses fatores realmente levam a uma melhora da qualidade logística.

Após entender os fatores que contribuem para a qualidade das operações logísticas, a equipe propôs um conjunto de características que levam uma empresa a ter bom processo logístico, agrupadas em 4 conjuntos de competências.

Modelo de competências logísticas propostas pelo *GLRT*:

Figura 3.1: Modelo de competências logísticas proposto por GLRT



Fonte: Adaptado de Careta (2009)

Os indicadores somente induzem as mudanças desejadas para a companhia se deixarem clara uma relação de causa (atividades do dia a dia) e um efeito relevante para os objetivos estratégicos da companhia.

Nas empresas com melhor gestão logística, a mensuração eficaz deve ser capaz de guiar diretamente as decisões tomadas. O grupo cita como fatores relevantes para a atenção da gerência: gestão de ativos, custos, serviço ao consumidor, produtividade, qualidade. Nessas empresas, os indicadores são compreensíveis e orientados a processos, tentando sempre conciliar o atendimento ao cliente e o custo da operação. Paula (2009) utiliza as definições propostas pelo *GLRT* para propor a obtenção de indicadores a partir da análise de relatórios contábeis das empresas, o que pode ser feito com base em relatórios divulgados publicamente.

Um dos maiores empecilhos identificados nas empresas para a eficaz utilização de indicadores é a consistência de dados históricos. Muitas vezes as informações relevantes para a tomada de decisão não eram coletadas no passado, ou não são confiáveis devido a erros na coleta dos dados ou erros de manipulação. As empresas de nível logístico mundial investem muito em tecnologia da informação e têm sistemas automatizados para inserção e controle dos dados, como utilização de EDI e geolocalização.

Os pesquisadores propõem a classificação dos indicadores em dois tipos distintos de análise, funcional e processual. A análise com abordagem funcional se refere a indicadores internos ao setor funcional em estudo da instituição. Ele é importante pois aponta oportunidades de melhorias relativamente fáceis de serem implantadas, pois são controláveis pela gerência do setor. Se a análise for feita de forma clara, é possível identificar o que fazer

para melhorar a qualidade das operações, tanto em nível de serviço quanto na redução de custos.

A abordagem processual foca no resultado da cadeia como um todo, no conjunto das unidades funcionais, e na satisfação do cliente com o resultado final do processo. A boa gestão e o foco na geração de valor para o cliente destacam uma empresa em seu mercado

Ao classificar os indicadores da empresa, pode-se identificar o foco das preocupações de seus gestores e onde eles procuram oportunidades de melhoria. O modelo proposto pelo GLRT aponta para 4 focos gerencias principais:

- Serviço e qualidade ao consumidor: é relativo ao nível de serviço proporcionado pela logística e o valor do serviço percebido pelo cliente final
- Custos: o custo total da operação logística
- Produtividade: relacionado ao nível dos *outputs* em relação aos *inputs* do sistema
- Gerenciamento de ativos: A gestão da disponibilidade e da utilização dos ativos relacionados à logística na empresa.

De acordo com as classificações propostas pelos pesquisadores de *Michigan State University*, os indicadores identificados na empresa podem ser classificados como:

Tabela 3.1: Classificação dos indicadores utilizados pelo modelo proposto por Michigan State University

|                                    | <b>Servico e qualidade<br/>ao consumidor</b>     | <b>Custos</b>             | <b>Produtividade</b>  | <b>Gerenciamento<br/>de ativos</b> |
|------------------------------------|--|---------------------------|---|------------------------------------|
| <b>Avaliação<br/>funcional</b>     |  | - Custo unitário de frete | - Distância média<br>- Perfil de veículos<br>- Taxa de ocupação<br>- Perfil de carregamentos<br>- Número médio de clientes atendidos por transporte |                                    |
| <b>Avaliação<br/>por processos</b> | - On time delivery<br>- Notas fiscais reclamadas |                           | - Orders delivered once<br>- No fill rate on time   |                                    |

Fonte: Elaboração própria do autor

Não há gerenciamento de ativos em logística de transportes, pois toda a frota é terceirizada, medida tomada como estratégia de diminuição de ativos pela empresa.

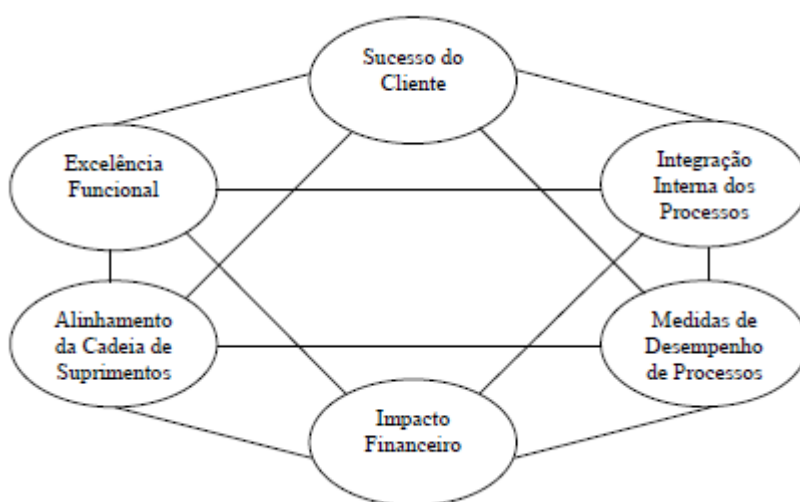
O time de Michigan ainda defende o *benchmarking*, a comparação dos indicadores utilizados em dada empresa com aqueles utilizados em outras empresas do ramo, de forma a identificar as melhores práticas no mercado em questão.

Pela distribuição dos indicadores pelo modelo, pode-se verificar que a empresa possui vários indicadores para medir a produtividade, o que demonstra a preocupação da empresa com o controle de sua operação e o grau de complexidade da mesma, que exige a mensuração de diversos fatores que influenciam sua produtividade, além do foco na mensuração do desempenho funcional da área em detrimento do resultado para o cliente, que é o novo foco estratégico desejado.

### 3.1.2 Bowersox e Closs (2001)

Bowersox e Closs destacam a importância de sistemas de medição no modelo proposto de excelência logística:

Figura 3.2: Modelo de excelência logística



Fonte: Adaptado de Careta (2009)

Assim como a equipe de pesquisadores de Michigan, Bowersox e Closs também tratam os sistemas de medição como ferramentas para controlar e direcionar a operação, mostrando oportunidades de melhoria.

Os autores defendem a divisão dos indicadores em função e processo, nos quais função é relacionado ao nível da atividade e mede a quantidade de tarefas executadas e a produtividade da área funcional, e o processo tem foco no conjunto das funções e no resultado da cadeia como um todo em termos de resultado para o cliente e intervalo de tempo total até se obter o resultado. Essa abordagem é parecida com a proposta pelo GLRT, da Universidade de Michigan.

Eles propõem ainda outro tipo de classificação: medidores de desempenho interno e externo.

Os indicadores internos são calculados a partir de dados de dentro da organização, portanto são mais fáceis de coletar. São comparados com resultados anteriores e mostram o desempenho da empresa ao longo do tempo. Já os indicadores externos são obtidos fora da organização, através da opinião de *stakeholders* e também de *benchmarking*.

Como indicador externo, o departamento de logística trabalha com a quantidade de reclamações relativas a atividades de logística, sendo o único indicador externo atualmente utilizado. Os outros são obtidos através da análise de dados dos transportes realizados, e não requerem *inputs* externos à empresa.

### 3.1.3 Beamon (1999)

Benita Beamon adota uma abordagem que propõe um modelo de classificação de indicadores em três tipos de componentes da performance de cadeias de suprimentos:

- recursos relacionados a custos
- resultados da cadeia expressa em atendimento às necessidades dos clientes
- flexibilidade, definida pela capacidade de se adaptar a mudanças.

Segundo a autora, essas três dimensões devem ser consideradas para avaliar a qualidade do serviço de uma cadeia de suprimentos qualquer. Neely *et al.* (1995) também

defendem a abordagem de classificação das dimensões pertinentes para avaliação de cadeias de suprimentos, e propõe as dimensões qualidade, flexibilidade, tempo e custos.

Beamon defende que não seja adotado um único indicador que indique um resultado geral, pois não se pode medir todo o desempenho de um processo ou atividade com apenas um indicador. Ela ressalta a importância dos aspectos qualitativos do serviço de logística, embora o foco de sua pesquisa sejam indicadores de cadeias de suprimento, e estes não seriam considerados por um indicador tão abrangente.

Ao avaliar o trabalho de outros autores, ela afirma que, na época em que foi feita sua pesquisa, os sistemas de indicadores das empresas tinham foco em dois aspectos predominantemente: custos (de inventários e operacionais) e uma combinação de custo e resultado para o cliente (*lead-time*, falta de estoques e pedidos atendidos).

A autora ainda propõe alguns indicadores que, se usados em conjunto, são capazes de direcionar as decisões e resultar na melhora do desempenho da empresa nas dimensões abordadas. Os indicadores propostos por Beamon são um direcionamento para a análise de uma cadeia de suprimentos de uma empresa genérica e não leva em conta as particularidades de cada mercado ou empresa. Portanto, não deve ser aplicado literalmente em uma empresa, mas é uma boa base para análise de confronto entre o que existe na empresa em estudo e o modelo proposto pela autora.

Alguns indicadores propostos pela autora são apresentados na tabela extraída de Careta (2009) e são apresentados na Tabela 3.2 a seguir.



Tabela 3.2: Indicadores logísticos propostos por Beamon

| Tipo de indicadores | Indicadores propostos   |
|---------------------|---|
| Recursos            | <p>Custo total dos recursos usados</p> <p>Custos de distribuição: Inclui transporte e custos de movimentação</p> <p>Custos de fabricação: Inclui trabalho, manutenção e retrabalho</p> <p>Inventário: Custos com organização do inventário, envolvendo investimento, obsolescência, estoque em processo e estoque de produtos acabados</p> <p>Retorno sobre o investimento (ROI)</p>  |
| Resultados          | <p>Ordens não atendidas por falta de estoque: Probabilidade de falta de estoque; números de ordens não atendidas, número de itens faltantes; média de itens enviados</p> <p>Tempo de resposta ao cliente</p> <p>Lead time da fabricação</p> <p>Lucro: Receitas menos gastos</p> <p>Receita de vendas</p> <p>Erros no envio</p> <p>Reclamações de clientes</p> <p>Entregas no prazo: atrasos na entrega; média de atrasos de ordens; média de ordens entregues antes do prazo; percentual de entregas no prazo</p> <p>Taxa de ordens preenchidas imediatamente</p> |
| *Flexibilidade      | <p>De volume: habilidade para mudar o nível de output dos produtos fabricados</p> <p>De entrega: habilidade para mudar as datas planejadas de entrega</p> <p>De <i>mix</i>: habilidade de mudar a variedade de produtos fabricados</p> <p>De novos produtos: habilidade para introduzir novos produtos e modificar os produtos existentes</p>   |

\* Beamon (1999) apresenta algumas construções matemáticas e estatísticas para a definição de indicadores de flexibilidade.

Fonte: Adaptado de Careta (2009)

Alguns indicadores sugeridos, como custo de fabricação e de armazenagem ou o lucro são medidos em outros setores da empresa em estudo, mas não são visíveis para o setor de transportes. Estas informações são importantes na gestão integrada do setor de transportes com outros setores da empresa e auxiliam gestores com maior escopo organizacional na tomada de decisão, mas têm pouco impacto direto no cotidiano do setor funcional de transportes. Neste setor em específico, há um foco em melhoria do serviço e em controle e dos custos, o que se reflete nos indicadores sugeridos por Beamon que são efetivamente medidos no setor.

Alguns indicadores utilizados na empresa não se enquadram nas categorias sugeridas no modelo de Beamon, pois são mais ligados à operação específica de transportes. Estes indicadores operacionais são os mais utilizados pelos funcionários do setor, pois sobre eles é possível ter atuação a partir das decisões tomadas no dia a dia da operação, e é em cima destes indicadores que o desempenho individual é medido.

Na empresa em estudo, não é utilizado nenhum indicador para medir a flexibilidade, embora a demanda por transportes seja altamente variável no ano. Os recursos (transportadoras) são contratados uma vez por ano e são dimensionados para poderem atender a demanda no período de pico das vendas. Como todos os custos são função da quantidade de caminhões utilizados, e não da frota disponível, uma maior quantidade de caminhões disponíveis em períodos de baixa demanda não implica em aumento direto de custos neste período. Se houver necessidade de aumento de capacidade, as medidas que podem ser tomadas têm caráter reativo, pois podem ser tomadas somente na próxima contratação de transportadoras. Na hora de escolher os fornecedores e formar contratos, a demanda a ser atendida é determinada com base na previsão do volume de vendas para o próximo ano e na consequente quantidade de caminhões a serem utilizados durante o período de máximo das vendas.

O modelo de Beamon adota uma abordagem gerencial que foca a integração de vários setores que compõem uma cadeia de suprimentos, sendo melhor aproveitado por diretores ou gestores de posição hierárquica mais elevada. No entanto, à medida que os indicadores sugeridos são capazes de mostrar o desempenho conjunto de vários setores da organização, eles deixam de se apresentar como ferramentas de controle direto operacional, como é a necessidade identificada neste estudo.

### 3.2 Métodos de definição de sistemas de indicadores de desempenho

Além da literatura especializada na elaboração de sistemas de indicadores logísticos, foi feita uma pesquisa na literatura sobre métodos para elaboração de sistemas de indicadores em geral, não necessariamente logísticos. Os principais métodos identificados são listados neste capítulo.

#### 3.2.1 *Balanced Scorecard (1996)*

O conceito do *Balanced Scorecard* foi desenvolvido por Kaplan e Norton no início da década de 90 a partir de um estudo sobre indicadores de desempenho realizado pelo instituto Nolan Norton, braço da consultoria *KPMG*. O estudo procurou mostrar que, para assegurar a continuidade do sucesso de um negócio, a utilização de indicadores exclusivamente financeiros não era mais o bastante, prática bastante comum na época.

Com o aumento da complexidade das indústrias, as medidas de desempenho financeiras tradicionais, como a quantidade produzida por funcionário ou por máquina, continuam sendo importantes para medir o retorno financeiro a curto prazo de uma organização, mas não são suficientes para garantir que ela continue a ser lucrativa no futuro. Silva (2009) cita mudanças no ambiente empresarial que levaram à necessidade de novos indicadores para medir o desempenho, como o a integração de sistemas informáticos internos, aumento da competição entre empresas, necessidade de adequação às demandas dos consumidores e a nova agilidade e flexibilidade da produção. A pressão competitiva força as empresas a desenvolverem estratégias de longo prazo para se colocarem em situações favoráveis no futuro, e, para chegar ao ponto desejado, ações devem ser tomadas no presente da empresa.

Neste contexto, o *Balanced Scorecard* foi desenvolvido para suprir as necessidades não atendidas dos sistemas de mensuração necessários para controlar esses diferentes aspectos da organização. Os antigos sistemas de medição baseados principalmente em indicadores financeiros e de produtividade passaram a não ser suficientes para controlar a empresa, sendo necessário medir outras dimensões que tenham impacto no curto, médio e longo prazo. Através do estudo de caso de 12 empresas de diversas indústrias, como manufatura, serviços, indústria pesada e alta tecnologia, os autores puderam definir e validar um modelo para a elaboração de sistemas de medição de desempenho que pudesse ser aplicado a diferentes

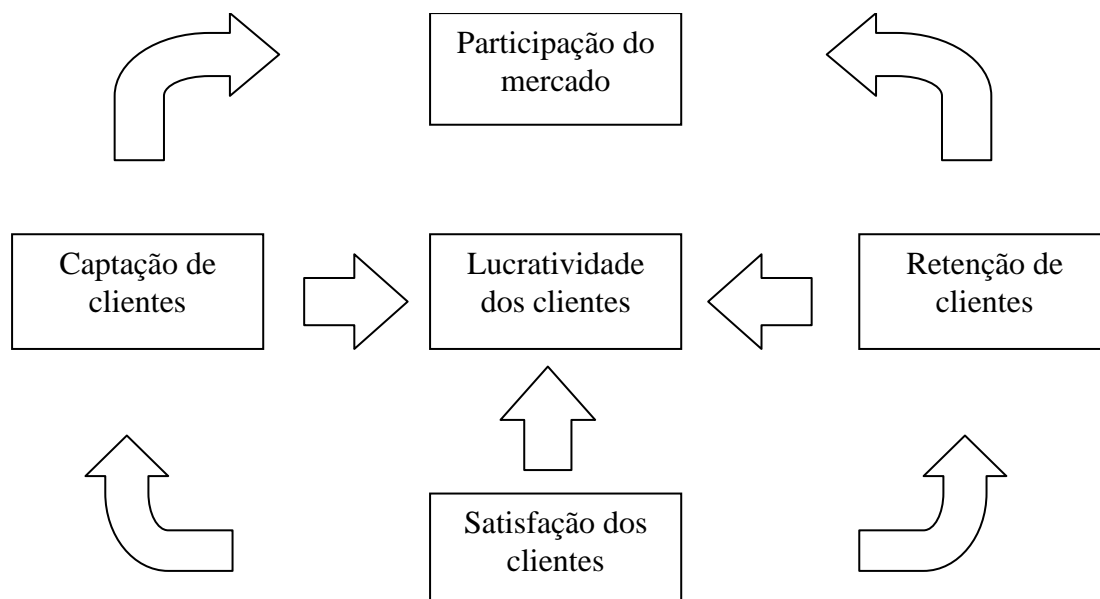
empresas e que fosse capaz de apresentar indicadores úteis para o gerenciamento da empresa em suas diversas dimensões.

O modelo aborda 4 perspectivas a serem levadas em consideração na elaboração dos indicadores: financeira, clientes, processos e aprendizado.

**Perspectiva financeira:** A perspectiva financeira leva em consideração todos os aspectos relativos à utilização e obtenção de capital pela organização. É o objetivo principal das empresas, o que se reflete nas outras perspectivas como resultado das ações tomadas. Os objetivos financeiros devem estar ligados à estratégia da organização, levando em conta o resultado financeiro nos diferentes horizontes de tempo. Kaplan e Norton classificam as empresas entre aquelas que estão num estágio de crescimento, e têm grandes gastos tratados como investimentos para um futuro retorno financeiro; aquelas que já possuem um fluxo de receitas considerável e ainda realizam investimentos para aumentar o recebimento futuro; e aquelas que querem maximizar o retorno financeiro, e não realizam novos investimentos para que o lucro seja o mais alto possível. Os três tipos de organização tratam seus resultados financeiros de maneiras bastante diferentes, pois a estratégia delas difere muito.

**Perspectiva dos clientes:** A perspectiva dos clientes aborda todos os fatores relacionados a clientes, o que inclui a satisfação em relação ao produto/serviço prestado pela empresa, a captação de novos clientes, a retenção de clientes antigos, a relação entre os clientes e os gastos e lucros da empresa. Os autores propõem uma relação entre os fatores citados, que mostram como a satisfação dos clientes impacta as outras dimensões e resulta numa mudança da lucratividade da empresa:

Figura 3.3: Influência da satisfação do cliente no negócio da empresa Fonte: Kaplan e Norton (2006)



Fonte: Adaptado de Kaplan e Norton (1996)

Kaplan e Norton ainda propõem a análise da proposta de valor da empresa para entender os fatores que afetam a satisfação, captação e retenção dos clientes, que resultam em impactos na lucratividade e na participação do mercado.

**Perspectiva dos processos:** Através da identificação de processos chave para atingir os objetivos dos clientes e de acionistas, os gerentes podem dirigir a operação de conjuntos de setores da organização para o aumento da eficiência e da qualidade dos processos. Após estudo de empresas de diversas indústrias distintas, foi identificado que os processos devem ser avaliados em relação aos custos relacionados aos processos, qualidade do desenvolvimento do processo, tempo de processamento e volume processado.

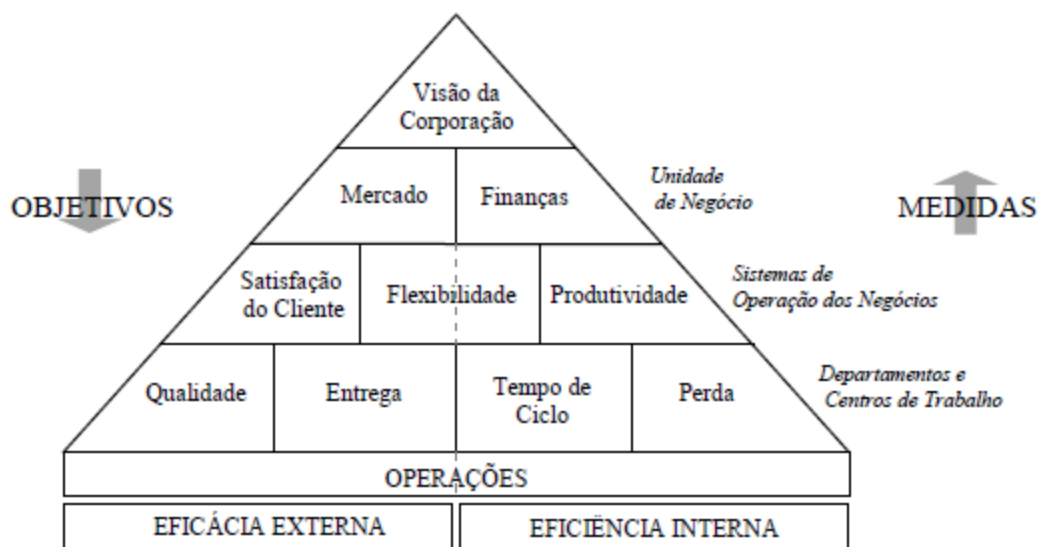
**Perspectiva de aprendizado:** A perspectiva de aprendizado dá visibilidade para a evolução da organização, e possibilita que gestores acompanhem a melhora da performance nos objetivos identificados nas outras três perspectivas identificadas no *Balanced Scorecard*.

O modelo parte dos objetivos estratégicos da empresa definidos pelos executivos e diretores no topo da organização, que são desdobrados em fatores críticos de sucesso e então traduzidos em indicadores. Ele foi desenvolvido de forma que a estratégia definida no topo da pirâmide organizacional seja compartilhada com todos os integrantes da empresa, e as ações necessárias para a concretização desta estratégia sejam de fato tomadas. Dessa forma aumentam-se as chances de que a estratégia concebida seja bem sucedida. Na empresa em estudo não há indicadores gerenciais a serem utilizados como base para o desdobramento na

unidade funcional, o que dificulta a utilização do modelo para a elaboração dos indicadores internos da área.

### 3.2.2 Modelo SMART (Cross e Lynch)

Figura 3.4: Modelo SMART



Fonte: Adaptado de Cross e Lynch (1990)

O modelo SMART (Figura 3.4) de Cross e Lynch mostra como são cascadeados os objetivos a partir da visão estratégica central da empresa até as áreas mais operacionais da companhia, passando por uma série de dimensões importantes para controle através de sistemas de medições. Esta abordagem se assemelha à proposta no *Balanced Scorecard* no que se refere a objetivos estratégicos sendo passados de cima para baixo na organização através de indicadores de desempenho.

Para Cross e Lynch, os indicadores são divididos entre aqueles que medem eficácia externa em termos de mercado, de qualidade do que é entregue ao consumidor e aceitação do produto, e aqueles que medem eficiência interna, em termos financeiros e de desempenho das atividades, assim como o *Global Logistics Research Team* (1995), que também defende uma separação entre indicadores de eficácia externa e eficiência interna.

Os indicadores somente induzem as mudanças desejadas para a companhia se deixarem claro uma relação de causa (atividades do dia a dia) e um efeito relevante para os objetivos estratégicos da companhia. Se estiver claro como proceder para melhorar os

indicadores e entrar em conformidade com o direcionamento estratégico, os esforços devem ser concentrados nas mudanças mais eficazes para o negócio como um todo.

Os autores citam a importância de distinguir entre os indicadores quais deles são controláveis pela área afetada e quais deles dependem de outras empresas ou de outras áreas da própria empresa para impactar o desempenho mensurado. Ao analisar o conjunto de indicadores propostos na literatura para processos logísticos, por exemplo, percebe-se que há preocupação em focar nos fatores controláveis pelo setor que os utiliza, o que garante a ele poder de atuar sobre o desempenho destes indicadores através de mudanças em suas operações. Grande parte dos indicadores utilizados pela empresa em estudo atualmente não têm esta característica, pois apesar de serem fatores que influenciam os resultados do setor de transportes, não podem ser alterados pela área. Um dos exemplos é a distância média, que é função primariamente da localização dos clientes que realizaram suas compras no período em estudo e afeta fortemente o custo com transporte, mas não é controlável pela área de transportes da empresa. Alguns dos indicadores são controláveis em outras partes da empresa, enquanto que outros não são controláveis internamente, dependendo do desempenho de empresas parceiras.

### 3.2.3 *Prisma da performance*

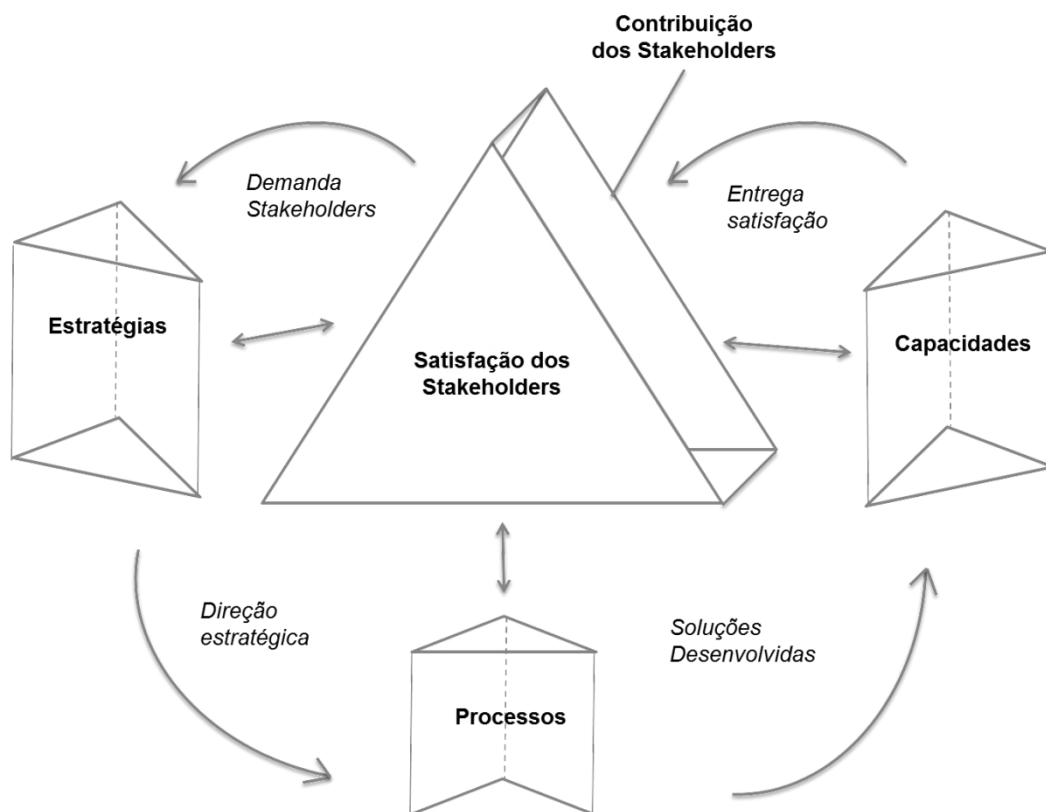
Segundo Nelly (2002), houve um grande aumento no interesse pela medição de desempenho durante as décadas de 1980 e 1990. Até então, os sistemas de medição tinham um enfoque em indicadores financeiros de produtividade, com foco na geração de valor para os donos do negócio (*shareholders*). Exemplos desses indicadores são o retorno sobre investimento e eficiência na saída de transformação de insumos em produtos ou serviços.

No entanto, se notou necessária para a sustentabilidade do negócio a utilização de medidas não exclusivamente financeiras ou de eficiência. Nesse contexto, Nelly e Adams (2000) propuseram um sistema de medição que tivesse foco não somente nos *shareholders*, mas em todos os *stakeholders* da organização, ou seja, em todos aqueles que são afetados pelo negócio da empresa, sejam clientes, acionistas, funcionários, fornecedores e todos os outros que são influenciados pela operação da empresa.

O modelo do Prisma da Performance, proposto por Nelly e Adams trouxe uma alternativa de enfoque aos modelos de medição de valor, pois ele propõe a medição com

ênfoque em *stakeholders*. O prisma proposto é organizado em 5 faces, como mostra a Figura 3.5

Figura 3.5: Modelo *Performance Prism*



Fonte: Adaptado de Nelly e Adams (2000)

A face superior apresenta a satisfação dos *stakeholders*, que é o foco principal do modelo. As outras faces apresentam meios de auxiliar a obtenção da satisfação e entrega de valor aos *stakeholders*. Após identificar estes *stakeholders*, é necessário verificar se a organização possui as estratégias corretas para entregar o valor proposto. Caso a estratégia seja adequada para atender as demandas dos *stakeholders*, a empresa precisa agora olhar para suas ferramentas de trabalho, ou seja, deve verificar se é capaz de entregar o que deseja com os processos e as capacidades internas necessárias para executar tais processos. A última faceta diz respeito à contribuição dos *stakeholders*, seja em retorno financeiro, lealdade e até sugestões de melhorias. As cinco faces relacionadas, quando utilizadas para definir um conjunto de medidas de performance nas empresas, devem instigar as seguintes perguntas:



- Satisfação dos *stakeholders*: quem são os principais *stakeholders* e o que eles querem e precisam?
- Estratégias: quais estratégias são necessárias para satisfazer os desejos e necessidades dos *stakeholders*?
- Processos: quais são os processos críticos para a execução das estratégias?
- Capacidades: a empresa tem as capacidades necessárias para executar os processos?
- Contribuição dos *stakeholders*: quais contribuições são necessárias para manter e desenvolver tais capacidades?

Uma das vantagens do modelo do prisma da performance é a possibilidade de analisar como as partes da empresa afetam os diferentes *stakeholders* da organização, pois o processo de análise proposto percorre níveis hierárquicos diferentes, responsáveis desde a estratégia até os processos, e também diversos setores da empresa, pois durante o estudo são analisados processos que passam por mais de uma área funcional.

#### **3.2.4 Modelo Gap 4**

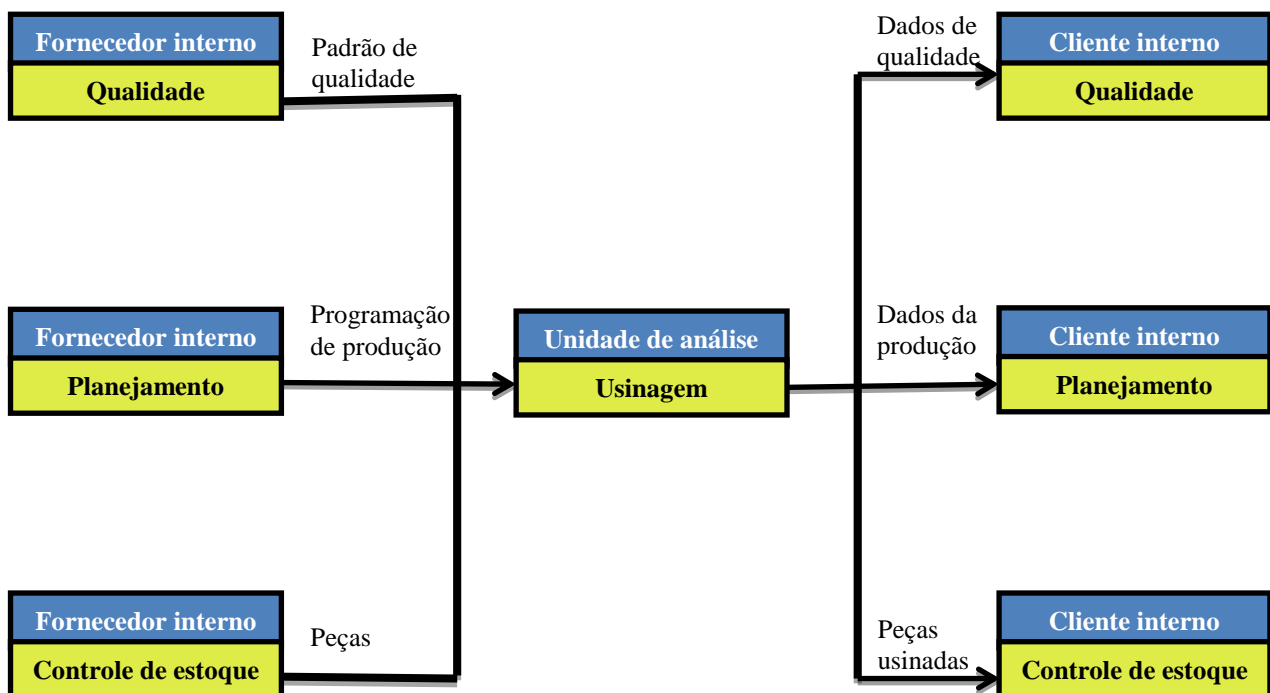
Segundo Francischini (2007), os sistemas de indicadores foram objeto de estudo por parte de vários autores, como Muscat & Fleury (1993), Kaplan (1992) e Rockart (1979), que investiram seus esforços nesse tema para atender à necessidade de controlar a performance nas organizações. No entanto, a maioria dos sistemas elaborados focam no desenvolvimento de indicadores estratégicos, que mensuram o desempenho da organização como um todo, havendo assim uma falta de modelos que possibilitem a criação de indicadores para uma área específica da empresa.

No intuito de suprir esta demanda, Francischini (2007) desenvolveu o método *Gap 4* para obtenção de um sistema de indicadores para uma área específica da empresa, com enfoque nas suas relações com clientes e fornecedores internos à própria organização. O modelo propõe duas possíveis abordagens diferentes para a elaboração dos indicadores: enfoque em custos e enfoque em cliente internos. Será detalhada aqui a abordagem com enfoque em clientes internos, pois é a que se adequa melhor ao caso estudado.

O modelo começa com a definição da área da empresa que será a unidade de análise (UA) do estudo. A seguir, são identificadas as outras áreas da empresa que trabalham como clientes internos e externos, bem como os fluxos de materiais, serviços e informações entre tais áreas e a unidade de análise.

A Figura 3.6 mostra um exemplo de clientes e fornecedores internos para o caso de foco na área de usinagem de uma empresa.

Figura 3.6: Exemplo de fornecedor interno, cliente interno e unidade de análise

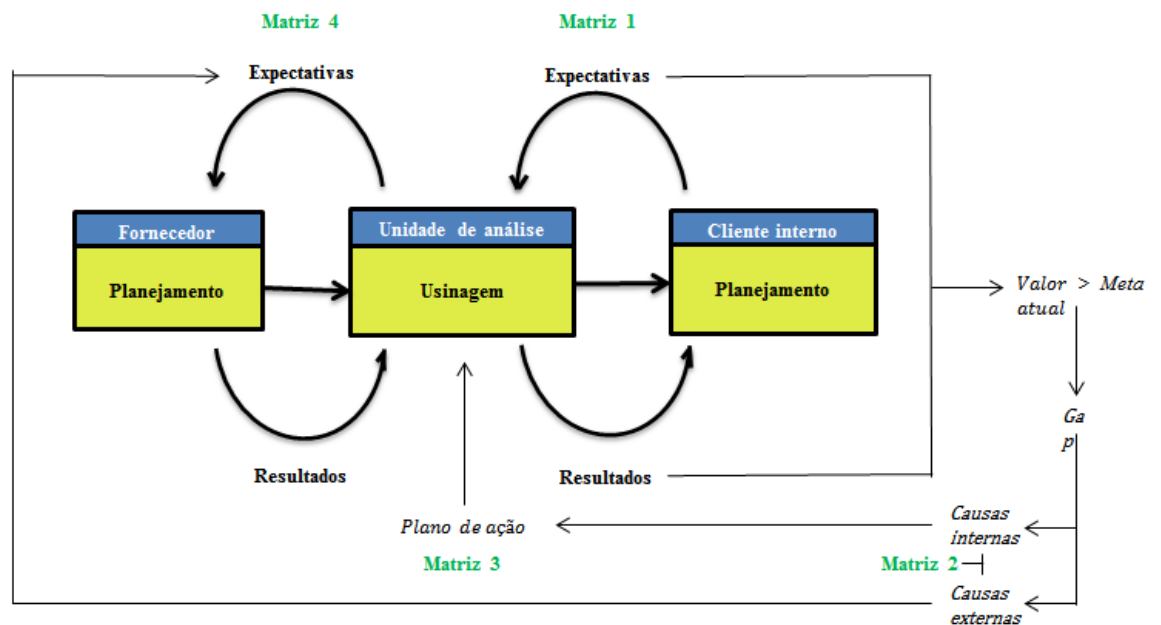


Fonte: Adaptado de Francischini & Francischini (2007)

Identificados os clientes e fornecedores internos da unidade de análise em questão, bem como os fluxos de materiais, serviços e informações, o próximo passo seria identificar as expectativas dos clientes internos em relação à unidade de análise, bem como as expectativas da unidade de análise em relação aos fornecedores internos. O foco deste modelo é a identificação das necessidades da unidade de análise em relação aos clientes e fornecedores internos. Estas necessidades se desdobram em expectativas, que quando confrontadas com o desempenho atual apontam para *gaps* entre as expectativas e desempenho real observado.

A Figura 3.7 mostra as relações de expectativas e resultados entre fornecedores e clientes internos e a unidade de análise, bem como o local onde se encontra o *gap* a ser analisado e o caminho para atingir as metas estipuladas.

Figura 3.7: Relações entre expectativas e resultados entre clientes e fornecedores internos e unidade de análise



Fonte: Adaptado de Francischini & Francischini (2007)

O método sugerido para partir dos *gaps* de desempenho identificados e desdobrá-los até se chegar a medidas a serem tomadas para atingir as metas consiste na utilização de 4 matrizes. O modelo é exemplificado na Figura 3.8, para o exemplo de uma área de usinagem de uma empresa.

Figura 3.8: Panorama geral da ferramenta Gap 4 para exemplo de análise de uma área de usinagem

| UNIDADE ANALISADA: USINAGEM |  |   |             |      |     |
|-----------------------------|--|---|-------------|------|-----|
| Cliente interno             | Expectativa dos clientes internos          | Indicador de desempenho                             | Valor atual | Meta | Gap |
| Controle de estoque         | Pontualidade na entrega dos lotes de peças | Lotes entregues a tempo / lotes entregues em atraso | 85%         | 90%  | 5%  |
| Planejamento                | Reduzir tamanho de lote                    | n° de peças / n° de lotes                           | 420         | 350  | 17% |
| Qualidade                   | Produção dentro das especificações         | Peças adequadas / peças produzidas                  | 90%         | 95%  | 5%  |

**Matriz 1**  
Expectativa dos  
clientes internos



| Indicador de desempenho atendido                    | Gap | Causas principais do Gap                   | Setor responsável pela causa | Indicador de desempenho de causa do gap            | Valor atual | Meta | Gap |
|---|-----|--|------------------------------|--|-------------|------|-----|
| Peças adequadas / peças produzidas                  | 5%  | Falta de MP                                | Controle de estoque          | % lotes reprogramados por falta de MP              | 15%         | 5%   | 10% |
| "   | "   | Reprogramação urgente de OP                | Interno                      | % OP reprogramados com urgência                    | 13%         | 5%   | 8%  |
| "   | "   | Lead time longo                            | Interno                      | Lead time médio por lote                           | 520         | 380  | 27% |
| n° de peças / n° de lotes                           | 17% | Tempo de setup alto                        | Interno                      | Tempo médio de setup                               | 120         | 90   | 25% |
| Lotes entregues a tempo / lotes entregues em atraso | 5%  | Mal dimensionamento da precisão necessária | Qualidade                    | Lotes com dimensionamento correto / Total de lotes | 80%         | 95%  | 15% |

**Matriz 2**  
Causas principais  
do gap

**Matriz 3**  
Planos de ação internos  
(controlados pela área)



| Indicador de desempenho da causa do gap | Gap | Plano de ação                   | Setor responsável pelo plano de ação | Indicador de desempenho do plano de ação            | Valor atual | Meta | Gap  |
|---|-----|---------------------------------|--------------------------------------|---|-------------|------|------|
| Lead Time médio por lote                | 27% | Implantar células de manufatura | Interno                              | n.º células de manufatura implantadas               | 1           | 5    | 400% |
| Tempo médio de setup                    | 25% | Implantar SMED                  | Interno                              | n.º equipamentos SMED / n.º equipamentos planejados | 10%         | 50%  | 40%  |

**Matriz 4**  
Expectativas para  
fornecedores (não  
controlados pela área)



| Expectativa da área analisada                                | Fornecedor interno  | Indicador de desempenho                            | Valor atual | Meta | Gap |
|--|---------------------|--|-------------|------|-----|
| Não faltar MP nas OP's programadas                           | Controle de estoque | % lotes reprogramados por falta de MP              | 15%         | 5%   | 10% |
| Não reprogramar OP's urgentes                                | Planejamento        | % OP reprogramados com urgência                    | 13%         | 5%   | 8%  |
| Dimensionamento correto da precisão necessária para produção | Qualidade           | Lotes com dimensionamento correto / Total de lotes | 80%         | 95%  | 15% |

Fonte: Adaptado de Francischini & Francischini (2007)

Através do fluxo apontado pelas matrizes, o modelo *Gap* 4 parte das expectativas dos clientes internos, ou seja, aquilo que a unidade de análise deve entregar a outras áreas da empresa, até chegar às conclusões sobre o que a própria unidade funcional deve fazer para poder cumprir com seus deveres em relação a clientes internos e o que deve exigir de seus fornecedores internos para que possa realizar satisfatoriamente sua etapa do processo.

A Matriz 3.1 é utilizada para identificar aquilo que os clientes internos esperam da unidade analisada. Essas expectativas são especificadas na forma de descrições sobre o que o cliente espera e indicadores de desempenho que quantificam o esperado pelo cliente interno. Para cada expectativa é medido o desempenho da unidade analisada. O desempenho é confrontado com a meta para tal expectativa do cliente interno. Mason-Jones and Towill (1997) ressaltam a importância da comunicação entre fornecedor e cliente no processo de determinação de metas para serviço prestado.

Matriz 3.1: Expectativas dos clientes internos

| UNIDADE ANALISADA: USINAGEM |  |   |             |      |     |
|-----------------------------|--|---|-------------|------|-----|
| Cliente interno             | Expectativa dos clientes internos          | Indicador de desempenho                             | Valor atual | Meta | Gap |
| Controle de estoque         | Pontualidade na entrega dos lotes de peças | Lotes entregues a tempo / lotes entregues em atraso | 85%         | 90%  | 5%  |
| Planejamento                | Reduzir tamanho de lote                    | nº de peças / nº de lotes                           | 420         | 350  | 17% |
| Qualidade                   | Produção dentro das especificações         | Peças adequadas / peças produzidas                  | 90%         | 95%  | 5%  |

Fonte: Adaptado de Francischini & Francischini (2007)

A Matriz 3.2 parte dos indicadores de desempenho apontados na Matriz 3.1. Para cada um deles, são identificadas as principais causas para o *gap*, o não cumprimento das metas estipuladas. O setor responsável por cada causa é identificado e um indicador de desempenho para mensurar cada causa é determinado. Assim como os indicadores de expectativas, os indicadores das causas têm seus desempenhos atuais medidos e confrontados com uma meta estipulada, o que mostra um segundo tipo de *gap*.

Matriz 3.2: Causas principais dos *gaps*

| Indicador de desempenho atendido                    | <i>Gap</i> | Causas principais do <i>Gap</i>            | Setor responsável pela causa | Indicador de desempenho de causa do <i>gap</i>     | Valor atual | Meta | <i>Gap</i> |
|---|------------|--|------------------------------|--|-------------|------|------------|
| Peças adequadas / peças produzidas                  | 5%         | Falta de MP                                | Controle de estoque          | % lotes reprogramados por falta de MP              | 15%         | 5%   | 10%        |
| "   | "          | Reprogramação urgente de OP                | Interno                      | % OP reprogramados com urgência                    | 13%         | 5%   | 8%         |
| "   | "          | <i>Lead time</i> longo                     | Interno                      | <i>Lead time</i> médio por lote                    | 520         | 380  | 27%        |
| n° de peças / n° de lotes                           | 17%        | Tempo de setup alto                        | Interno                      | Tempo médio de setup                               | 120         | 90   | 25%        |
| Lotes entregues a tempo / lotes entregues em atraso | 5%         | Mal dimensionamento da precisão necessária | Qualidade                    | Lotes com dimensionamento correto / Total de lotes | 80%         | 95%  | 15%        |

Fonte: Adaptado de Francischini &amp; Francischini (2007)

A Matriz 3.3 parte das causas identificadas na Matriz 3.2, mas apenas aquelas que provém da própria unidade de análise e que são controláveis pela UA, pois o objetivo da Matriz 3.3 é identificar ações internas que ataquem a causa do *gap*. Para cada indicador de desempenho de causa do *gap*, é determinado um plano de ação para combatê-lo. A cada plano de ação é designada uma área responsável por garantir seu sucesso, e é determinado um indicador de desempenho para o plano de ação, para que seja possível controlar o seu andamento.

Matriz 3.3: Planos de ação internos

| Indicador de desempenho da causa do <i>gap</i> | <i>Gap</i> | Plano de ação                   | Setor responsável pelo plano de ação | Indicador de desempenho do plano de ação            | Valor atual | Meta | <i>Gap</i> |
|--|------------|---------------------------------|--------------------------------------|---|-------------|------|------------|
| <i>Lead Time</i> médio por lote                | 27%        | Implantar células de manufatura | Interno                              | n.º células de manufatura implantadas               | 1           | 5    | 400%       |
| Tempo médio de setup                           | 25%        | Implantar SMED                  | Interno                              | n.º equipamentos SMED / n.º equipamentos planejados | 10%         | 50%  | 40%        |

Fonte: Adaptado de Francischini &amp; Francischini (2007)

A Matriz 3.4, assim como a Matriz 3.3, parte das causas dos *Gaps* identificadas na Matriz 3.2, mas esta foca nas causas que não são de responsabilidade interna da unidade de análise, mas sim dos fornecedores internos da unidade analisada. Neste ponto, ela se coloca na posição de cliente interno e determina as expectativas que ela tem em relação aos seus fornecedores. A matriz determina suas expectativas, as áreas responsáveis por atendê-las (fornecedores internos) e determina indicadores para mensurar o desempenho dos

fornecedores. Metas devem ser determinadas para os fornecedores internos, e quando confrontadas com o desempenho atual elas mostram o *gap* no desempenho deste fornecedor.

Matriz 3.4: Expectativas para fornecedores

| Expectativa da área analisada                                | Fornecedor interno  | Indicador de desempenho                            | Valor atual | Meta | Gap |
|--|---------------------|--|-------------|------|-----|
| Não faltar MP nas OP's programadas                           | Controle de estoque | % lotes reprogramados por falta de MP              | 15%         | 5%   | 10% |
| Não reprogramar OP's urgentes                                | Planejamento        | % OP reprogramados com urgência                    | 13%         | 5%   | 8%  |
| Dimensionamento correto da precisão necessária para produção | Qualidade           | Lotes com dimensionamento correto / Total de lotes | 80%         | 95%  | 15% |

Fonte: Adaptado de Francischini & Francischini (2007)

### 3.2.5 Escolha do modelo a ser utilizado

A maior parte dos modelos encontrados na literatura para elaboração de indicadores procura atender a empresa como um todo, o que não condiz com o caso da empresa em estudo. Os conjuntos de indicadores propostos têm maior foco na medição de desempenho gerencial de um conjunto de setores de forma integrada como uma cadeia de suprimentos, sendo que neste estudo busca-se desenvolver um conjunto de indicadores úteis para a área de transportes da empresa. Alguns indicadores sugeridos na literatura, como o OTD proposto pelo *Global Supply Chain Council* (1995), estão inseridos dentro do escopo da área de transportes estudada, enquanto que outros incluem o processo de transportes mas não são integralmente internos à área.

A literatura analisada sobre sistemas de indicadores especificamente logísticos fornece ferramentas para a gestão de uma cadeia de suprimentos envolvendo, além do transporte, a gestão do pedido feito pelo cliente e controle de estoques. Indicadores tão abrangentes seriam de difícil operação, pois os gestores dos indicadores propostos neste estudo têm influência organizacional apenas sobre a área de transportes da empresa. Na literatura sobre indicadores logísticos também se encontram indicadores operacionais, que descrevem a produtividade da empresa. As pesquisas de Gunasekaran (2001) e Donselaar (2008) mostram alguns indicadores utilizados por transportadoras para controlar a operação em detalhes. Porém, também não se adequam ao caso em estudo, pois a operação é realizada por empresas terceirizadas, e as minúcias da operação são de responsabilidade delas. Pela falta de literatura específica para a criação de sistemas de indicadores para uma área de transportes como do

caso em estudo, escolheu-se utilizar um modelo de concepção de indicadores genérico, aplicável a uma miríade de empresas de diversas indústrias diferentes.

Como sugerido por Kaplan e Norton (1992) no modelo do *Balanced Scorecard*, indicadores devem ser utilizados para dirigir o desempenho da empresa ao encontro dos objetivos estratégicos definidos para o sucesso da organização. Atualmente, a empresa utiliza o seu sistema de indicadores para fornecer explicações para o desempenho em um período decorrido, mas não é capaz de utilizar indicadores para propor mudanças no modo como os processos ocorrem e ou como decisões são tomadas, no intuito de levar a operação aos níveis desejados de desempenho nos critérios considerados.

O método a ser utilizado para elaborar o novo sistema de medição da empresa será baseado na literatura estudada sobre concepção de sistemas de indicadores. Da bibliografia estudada sobre métodos para elaboração de sistemas de medição, a escolha daquele que melhor se adequa ao caso em estudo será realizada de acordo com o enfoque de cada modelo.

O modelo do *Balanced Scorecard*, cujo sucesso levou à sua utilização em várias empresas, traduz a estratégia e missão em objetivos e medidas que podem ser transmitidas da alta cúpula estratégica para todos os funcionários, de forma que todos saibam como direcionar a empresa para o sucesso presente e futuro através de suas atividades de operação. Apesar de ser uma ótima ferramenta para cascadear objetivos estratégicos de cima pra baixo na organização na forma de indicadores de desempenho, este não é o caso em estudo, pois os indicadores devem ser concebidos dentro da própria área funcional, tendo em vista a melhoria da qualidade do serviço prestado.

O modelo SMART, de Cross & Lynch, e o Prisma da performance, de Nelly et al., trazem enfoques diferentes para a elaboração dos indicadores, mas também seguem a lógica de criação dos indicadores a partir das determinações das cúpulas mais estratégicas da organização.

O modelo *Gap* 4, de Francischini, propõe a determinação de indicadores para uma área específica da empresa, como é o caso deste estudo que visa determinar indicadores a serem utilizados em uma área de logística de uma grande empresa de insumos agrícolas. A abordagem com foco no cliente interno pode ser adaptada para o atendimento às expectativas em serviço logístico do cliente final da empresa.

Desta forma, o modelo *Gap* 4 será escolhido para a concepção do sistema de indicadores logísticos neste estudo.



## **4. APLICAÇÃO DO MODELO**

A utilização do modelo tem por finalidade criar um sistema de indicadores que possibilite a empresa guiar sua operação para o melhor atendimento às necessidades do cliente, que é o objetivo estratégico definido para o futuro da empresa. Porém, em entrevistas com os gestores da área de logística, foi ressaltada também uma grande preocupação com o controle dos custos logísticos incorridos no processo.

Autores como Beamon (1999) e Neely et al (1995) citam também como importante dimensão a ser medida a flexibilidade da operação, que é a capacidade de se adaptar a mudanças como o aumento da demanda ou o aumento de SKUs. Bowersox e Closs (2006) citam, além da preocupação com custos e nível de serviço ao cliente, a produtividade relacionada com a gestão de recursos, o alinhamento de processos internos entre funções da empresa, e a excelência funcional. Ao apontar essa possibilidade a gestores da empresa em estudo, eles indicaram que essas dimensões são relevantes na medida em que impactam os dois objetivos principais da área mas não são considerados objetivos principais independentes. Portanto, neste capítulo serão propostos indicadores relacionados à melhora do nível de serviço prestado, principal objetivo da área. Os impactos em custos, também importantes, serão analisados posteriormente

### **4.1 Identificação da unidade de análise, clientes e fornecedores**

O primeiro passo para a aplicação do modelo é a definição da unidade de análise (UA) e das áreas da empresa e outras empresas que participam do processo. O modelo original proposto por Francischini leva em consideração apenas clientes e fornecedores internos à própria empresa em estudo, mas no estudo de caso presente serão levados em consideração outras empresas que atuam no processo, o que é necessário devido às características da área em estudo. Por se tratar de uma área de logística de transportes, o serviço prestado recai diretamente sobre o cliente. Portanto, um dos clientes da área de transportes é o cliente final da empresa. Outro ator externo importante que tem interação com a área de logística da empresa é a transportadora, dona da frota de caminhões, que atua como cliente e como fornecedor do processo. Dessa forma, ao invés de tratar como clientes internos e fornecedores

internos, como na literatura original, serão empregados os termos clientes da UA e fornecedores da UA.

A unidade de análise no caso é a área de logística de transportes da empresa, que realiza as roteirizações e as contratações de serviços de transportes. As prestadoras de serviços terceirizadas não estão incluídas nesta definição.

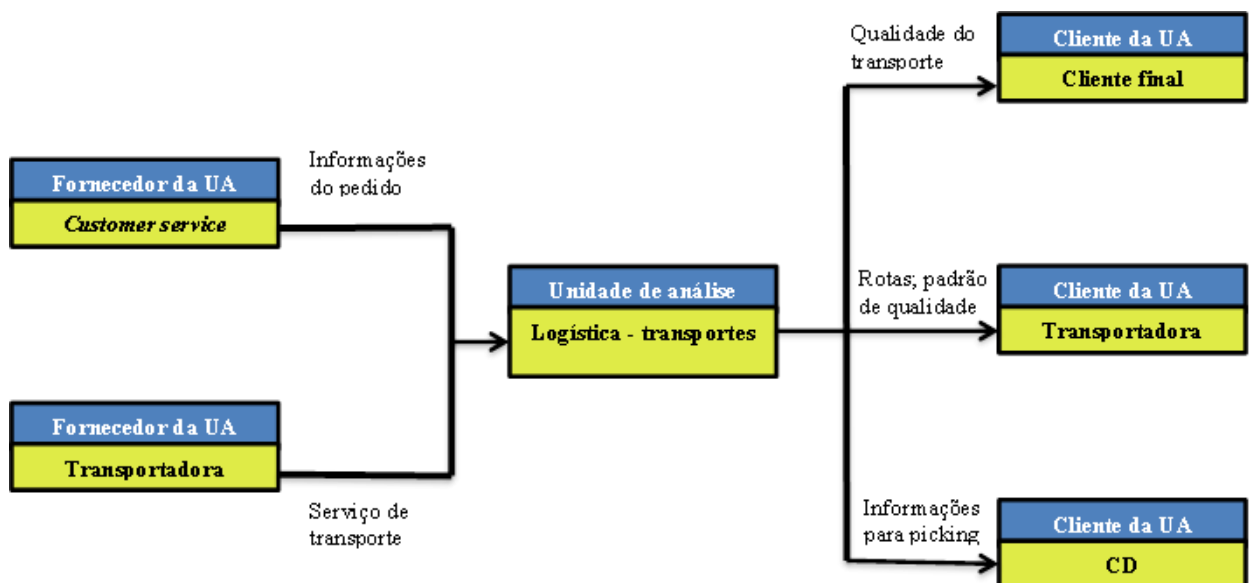
Os clientes da UA são:

- O cliente final da empresa, que recebe do setor de logística de transporte a qualidade do serviço de transporte realizado pelas transportadoras.
- Transportadoras, que recebem informações de rota e de material a ser coletado.
- CD, que recebe informações de produtos para a atividade de *picking*.

Os fornecedores da UA são:

- Transportadoras, que oferecem sua frota para a realização dos transportes acertados com os clientes.
- O setor de *customer service*, que oferece informações acerca dos pedidos dos clientes.

Em resumo, a relação entre UA, seus clientes e seus fornecedores é mostrada na Figura 4.1:



## 4.2 Nível de serviço logístico

No mercado brasileiro de insumos agrícolas, há uma grande competição entre um seleto grupo de empresas que competem por um grande número de clientes de médio e grande porte. Devido ao nível próximo de competitividade entre os concorrentes em relação à qualidade dos produtos, ao tamanho da transação com cada cliente e à parceria de longo prazo nessa relação entre a empresa e grande parte dos agricultores, é de fundamental importância que o nível de serviço prestado seja satisfatório ao cliente.

Uma particularidade deste mercado é a grande imprevisibilidade da demanda, pois a necessidade por sementes e agroquímicos varia em função de fatores como condições climáticas e preço de *commodities* agrícolas, como o milho, a soja e o algodão, no mercado internacional. Além disso, a janela de tempo que o agricultor tem para receber seus insumos é curta, pois cada dia de atraso durante o período ótimo para o recebimento reduz a produtividade de sua plantação, e pode aumentar os riscos de quebra da plantação, seca, excesso de chuvas e geada.

Na outra ponta da empresa, a produção requer um planejamento com grande antecedência, principalmente no caso das sementes. Devido ao ciclo de vida dos vegetais trabalhados, é preciso plantar o vegetal que dará origem à semente vendida ao agricultor com pelo menos 6 meses de antecedência. No setor de agroquímicos, a oferta dos produtos é regulada pela capacidade de produção da fábrica localizada em São José dos Campos e pela oferta de matéria prima.

Essas características da empresa em questão e do mercado no qual ela está inserida levam a descompassos entre a oferta e a demanda de produto acabado. Essa dificuldade de oferecer os produtos desejados na data e na quantidade certa põem maior pressão por eficiência sobre a área de logística, uma vez que muitas vezes os produtos que são disponibilizados para a entrega já estão atrasados e devem ser entregues o mais rápido possível.

O principal objetivo apontado pelos gestores da área foi o atendimento às necessidades do cliente em relação ao nível de serviço logístico prestado. Ballou (1993) define o nível de serviço logístico como “a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado. É o resultado líquido de todos os esforços logísticos da empresa. O nível de serviço logístico é fator-chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem a seus clientes para assegurar sua fidelidade”.

Para identificar as características da distribuição logística associadas pelos clientes da empresa a um processo de qualidade, é necessário ouvi-los a fim de entender quais são suas reais necessidades e como a empresa poderia fazer para melhor atender a tais necessidades. Segundo Weiss (1995), entrevistas são uma ótima ferramenta para entender as impressões que os clientes têm, mas não demonstram normalmente.

Em um outro trabalho relacionado ao serviço em *supply chain*, a instituição em estudo contratou uma consultoria externa para investigar quais são as exigências dos clientes em relação à qualidade de entrega. Vários dos fatores estão relacionados à atuação do setor de logística, portanto eles serão utilizados neste trabalho como a voz do cliente final da empresa em termos de exigências em nível de serviço logístico.

Os fatores identificados foram:

#### **4.2.1 Data de entrega:**

É definido como o tempo que o produto leva para ser entregue depois de ser feito o pedido

Para os clientes da empresa, um dos fatores de maior importância para definir a qualidade do serviço de entrega do pedido é o tempo entre a realização do pedido e a entrega efetiva do produto. Os clientes, que são os agricultores e as revendedoras de produtos agrícolas, têm vários motivos que os levam a adiar a decisão de compra de insumos para produção agrícola, como o preço de cada tipo de grão nas bolsas de valores que pode influenciar a escolha da cultura a ser plantada, a disponibilização de espaço em estoque para realizar compras de grandes quantidades de produtos, a disponibilidade de crédito para financiar a compra, a espera pelas condições climáticas ideais para o início do plantio. Portanto, o cliente tem vários motivos para esperar para tomar a decisão de compra, e quando a toma, ele espera receber seu produto em um curto espaço de tempo para poder utilizá-lo o quanto antes. O poder de esperar para fazer o pedido de compra é percebido como grande valia para o cliente.

Para diminuir o tempo entre a entrada do pedido e o recebimento do cliente, o setor de logística pode diminuir o prazo para roteirização e o tempo para saída dos veículos.

#### **4.2.2 *Confiabilidade da data: A capacidade de entregar com precisão o produto na data estabelecida.***

O atraso na data acordada de entrega prejudica o agricultor porque ele perde tempo precioso de condições climáticas favoráveis à germinação das sementes, ou pode não ter disponível agroquímicos para o combate a pragas. Além disso, muitos clientes contratam trabalhadores temporários para realizar o desembarque dos produtos, serviço perdido se não for respeitada a data de entrega acordada.

O setor de transportes pode impactar a acuracidade da data de entrega através do controle do desempenho das transportadoras terceirizadas. Outro fator que afeta a previsão é a quantidade de entregas por veículo, pois o atraso no descarregamento de produtos em um cliente acarreta o atraso na entrega de todos os clientes que serão atendidos posteriormente. Portanto, alocar menos entregas por veículo ajuda a melhorar a confiabilidade dos tempos de entrega.

#### **4.2.3 *Número de entregas***

É definido pela quantidade de entregas realizadas para uma mesma compra

Muitas vezes, devido ao crédito parcialmente disponível ou estoque do cliente parcialmente livre para recebimento de novos produtos, os clientes podem receber seus pedidos em mais de uma entrega. Outros fatores alheios à vontade do cliente também podem levar à entrega parcelada, como a falta de material para a envio na empresa ou a otimização de carga, que por vezes leva à quebra da compra do cliente em mais de um veículo na hora da entrega.

Grande parte dos clientes da empresa prefere receber os produtos comprados de uma vez, pois facilita o controle de seus estoques e eles precisam realizar apenas uma vez a operação de descarregamento do produto e estocagem no armazém.

#### **4.2.4 *Visibilidade do status do pedido***

O cliente da empresa frequentemente tem o desejo de saber em que etapa do processamento do pedido está seu próprio pedido de compra. Como disponível nas entregas de diversas empresas do varejo, ele deseja saber se seu pedido está travado por alguma questão comercial, de crédito, se está disponível para faturamento ou se já está a caminho, podendo dessa forma saber se seu pedido está evoluindo para a concretização da entrega.

A empresa em estudo não possui atualmente um sistema automático que forneça essa informação instantaneamente. O processo é realizado através do contato via email do cliente com o RTV que realizou a venda, e deste com o responsável na empresa pela gestão dos pedidos, que por sua vez faz as ligações telefônicas necessárias para descobrir os detalhes do status do pedido que o cliente deseja verificar.

#### **4.2.5 *Capacidade de resolver problemas imprevistos***

Apesar de desejarem que não haja problemas com os pedidos de compras realizados, os clientes compreendem que haja ocasionais imprevistos no processo de entrega, o que pode impactar a qualidade ou o prazo de entrega do produto comprado. No entanto, eles esperam que, em caso de um eventual problema, a empresa dê uma rápida tratativa e que ela se disponibilize para ajudá-lo em qualquer necessidade.

#### **4.2.6 *Ponto de contato único.***

Os clientes preferem que haja apenas um ponto de contato com a empresa, o que facilita a comunicação entre cliente e fornecedor e agiliza a resolução de eventuais problemas ou a adaptação dos serviços fornecidos às necessidades do específicas do cliente.

### 4.3 Expectativas dos clientes da unidade de análise

A partir dos fatores identificados como importantes pelos clientes para compor a qualidade do serviço logístico, pode-se extrair quais as expectativas dos clientes finais da empresa em relação à UA.

Com exceção da expectativa de ponto de contato único, que não é de responsabilidade da área de logística, todos os outros fatores sofrem impacto da atuação da UA.

Desta forma, as outras 5 expectativas identificadas podem ser utilizadas na Matriz 1 do modelo *Gap* 4, que serve para identificar as expectativas dos clientes.

Os outros dois clientes da UA identificados são as transportadoras e os CDs.

O processo de envio de informações sobre *picking* do setor de logística de transportes até o CD é feito de maneira computadorizada e automática. Quando uma entrega é definida pelo funcionário de transportes, o material aparece com status “disponível para separação” no CD. Então, basta que os funcionários do CD combinem diretamente com as transportadoras a hora da coleta para determinar então quando realizar o *picking*. Ao questionar as expectativas sobre o serviço realizado pelo setor de transportes ao setor de CDs, estes demonstraram que não há anseios de melhoria e que a manutenção do modo como o sistema atual funciona é suficiente para a plena satisfação em relação ao setor de transportes.

Dada a satisfação com a situação atual por parte do CD, não será feito o estudo de satisfação deste cliente da UA. A utilização do modelo *Gap* 4 tem por fim criar um sistema de indicadores capaz de guiar a área para uma melhora do serviço prestado. No caso deste cliente, não se deseja mudanças, então salvo em caso de mudança no sistema utilizado para repasse de informações da área de transportes para a área de CD, não é preciso realizar uma análise da relação entre as duas áreas, apenas manter a já existente.

O outro grupo de clientes da área, as transportadoras, têm contato maior com o setor de transportes durante as atividades cotidianas. Mensalmente são realizadas reuniões cada fornecedor e a empresa contratante para alinhamento de operações. Após questionar três das transportadoras parceiras, foram apontados dois fatores que contribuiriam para a melhoria dos transportes realizados por elas:

- Demanda mais uniforme ao longo do ano. Uma das características do agronegócio é a grande variação na demanda por produtos ao longo do ano, o que ocasiona uma grande variação na demanda por contratação de transportes das transportadoras. Essa variação dificulta o dimensionamento da frota por parte das transportadoras, que veem vários veículos parados na garagem em

certas épocas do ano e falta de veículos para atender a demanda acordada em outras épocas. Eles argumentam que um nivelamento da demanda ajudaria a melhorar a confiabilidade da operação e a reduzir custos.

- Mais tempo para contratação dos veículos. Após realizar a roteirização, o setor de logística envia às transportadoras uma programação com as rotas a serem realizadas, contendo informações de tamanho de veículos, mercadorias a serem carregadas e clientes a atender. Após o recebimento de tais informações, as transportadoras entram em contato com o CD da empresa contratante para agendar a coleta dos produtos e entra em contato com motoristas para verificar disponibilidade para realizar o transporte. As transportadoras afirmam que, por vezes, as rotas são enviadas com atraso e não há tempo hábil para o agendamento do carregamento com o CD. Portanto, o envio rápido e pontual das rotas ajudaria a realizar o trabalho com maior confiabilidade.

Colocando as expectativas identificadas na Matriz 1 do modelo *Gap* 4, temos:



Matriz 4.1. Expectativas dos clientes do caso em estudo

| Clientes       | Expectativa dos clientes                           | Indicador de desempenho                                      | Valor atual | Meta | Gap |
|----------------|--|--|-------------|------|-----|
| Cliente final  | Confiabilidade da data de entrega                  | Entregas na data correta / total de entregas                 | 80%         | 95%  | 15% |
|                | Agilidade de entrega                               | <i>Lead time</i> médio                                       | 6,3         | -    | -   |
|                | Visibilidade do status do pedido                   | Tempo para o cliente obter a informação do status do pedido  | -           | -    | -   |
|                | Mínimo número de entregas                          | Quebras não solicitadas de pedidos / número de pedidos total | -           | -    | -   |
|                | Capacidade de resolver problemas imprevistos       | Tempo médio para solução de problemas                        | -           | -    | -   |
| Transportadora | Demanda mais uniforme de transportes durante o ano | Amplitude entre máximo e mínimo da demanda ao longo do ano   | 4200        | -    | -   |
|                | Envio mais rápido das rotas                        | Tempo para roteirização                                      | -           | -    | -   |

Fonte: Elaboração própria do autor

Os indicadores propostos foram considerados pelo autor os que melhor podem mensurar as expectativas identificadas pelos clientes. Devem passar por aval dos gestores da unidade de análise antes de serem confirmados para utilização no modelo. Por conta da dificuldade de comunicação com os gestores da empresa em estudo, esta etapa não será realizada neste trabalho.

Alguns dos indicadores propostos na Matriz 4.1 podem ser calculados com os dados atualmente disponíveis na área. Eles são:

- Entregas na data correta / total de entregas. O indicador já é medido com a métrica *On time delivery*. Este indicador, se mantido como está, mede eficazmente a confiabilidade da data de entrega definida pelas transportadoras. Uma observação deste indicador é a baixa necessidade de medir chegadas demasiado cedo do caminhão no cliente, pois ele não é prejudicado nesses casos. O controle pode ser realizado pelo setor de BI, que tem como uma de suas responsabilidades a divulgação de relatórios e indicadores em nível gerencial.
- *Lead time* médio. É definido como o tempo médio entre a entrada do pedido pelo cliente e o recebimento do produto. Pode ser calculado com os dados disponíveis na base de dados da empresa, ao realizar a média das diferenças entre data de recebimento da mercadoria e data de inclusão do pedido. O indicador é afetado pelos setores de *customer service*, logística e pelas

transportadoras, pois todas essas áreas são responsáveis pela agilidade na entrega dos produtos. O indicador deve ser medido por um setor não afetado pelo indicador, como o setor de BI.

- A amplitude entre o máximo e o mínimo da demanda ao longo do ano pode ser calculada com a diferença entre a demanda mensal máxima e a mínima. Os dados constam em relatórios de desempenho emitidos para toda a companhia.

Alguns outros indicadores propostos não têm dados prontos para seu cálculo imediato, sendo necessário então coletar os novos dados. Uma preocupação a ser tomada na determinação de novos indicadores é a atribuição da responsabilidade da medição, que não pode ficar nas mãos de pessoas influenciadas pelo resultado do indicador medido. A medição deve ser realizada por uma área que não é afetada pelo indicador medido para evitar que haja interesse pela manipulação dos resultados.

- Tempo para o cliente obter a informação do status do pedido. Pode ser medido através da diferença entre a hora em que o cliente envia o email ou faz a ligação perguntando a informação, e a hora em que ele recebe sua resposta. O indicador afeta principalmente os RTVs responsáveis pelos clientes, e para evitar que a medição seja feita pelo RTV responsável por resolver os problemas do cliente, outra área deve ser responsável por tal medição, como o setor de BI da empresa, que tem acesso a dados de comunicação entre RTVs e clientes
- Quebra não solicitada de pedidos / Número de pedidos total. Por qualquer razão que lhe convenha, o cliente pode pedir para receber seu pedido parceladamente, mas quando a quebra do pedido ocorre sem que ele esteja ciente, pode dificultar o recebimento da mercadoria. Para medir a quantidade de quebras não solicitadas, é possível extrair da base de dados o total de pedidos divididos, e subtrair o total de divisões feitas por desejo do cliente, número que pode ser definido pela quantidade de requisições para quebra de pedidos. A medição não deve ser feita pelos setores de logística ou de *customer service*, pois são as áreas diretamente afetadas pelo indicador. Recomenda-se que seja feita também pelo setor de BI, com as requisições para quebra dos pedidos fornecidas pelos vendedores.
- Tempo médio para solução de problemas. Pode ser medido pela diferença entre data e hora de comunicação de algum problema, por parte do cliente, até a data e hora da solução do problema. O indicador afeta diretamente os RTVs e

indiretamente todos os responsáveis pela resolução de problemas, que normalmente são as áreas de *customer service* e transportes. Portanto, recomenda-se que a medição seja feita pelo setor de BI da empresa.

- Tempo para roteirização: O indicador pode ser medido através da diferença entre a hora em que o setor de transportes recebe os pedidos para roteirização e a hora em que envia as rotas para a transportadora. O indicador afeta diretamente o setor de transportes, e pode ser medido pelas transportadoras, principais interessadas na melhora de tal indicador. Para tanto, é preciso que os funcionários da área de transportes comuniquem a hora oficial em que os pedidos estavam disponíveis para roteirização, o que pode ser feito através de email.

Para definir o setor que será responsável por medir cada indicador, é preciso levar em consideração que haverá cobranças em cima dos resultados obtidos. Sob pressão, aqueles responsáveis por calcular o indicador podem se sentir compelidos a manipular o indicador, de forma que ele mostre um resultado positivo mas não condizente com a realidade. Para evitar esse tipo de situação, serão identificadas as áreas da empresa que são responsáveis pelo resultado do indicador. Os setores identificados não poderão ser aqueles que realizam a medição do indicador, a fim de evitar conflito de interesses.

Em suma, temos na Tabela 4.1 as definições para os indicadores propostos na Matriz 4.1:

Tabela 4.1: Fórmulas, setores atuantes no indicador e responsáveis pela medição dos indicadores de expectativas dos clientes

| Indicador   | Forma de cálculo  | Setores responsáveis pelo resultado do indicador | Responsável pela medição |
|---|---|--|--------------------------|
| Entregas na data correta / total de entregas                | $\frac{N^{\circ} \text{ entregas na data correta}}{N^{\circ} \text{ total de entregas}}$                    | Transportadoras                                  | BI                       |
| Lead time médio   | $\frac{\sum_1^n (\text{Data realização do pedido} - \text{data recebimento})}{n}$                           | Customer service, logística transportes          | BI                       |
| Tempo para o cliente obter a informação do status do pedido | $\frac{\sum_1^k (\text{Hora da resposta} - \text{Hora da solicitação})}{k}$                                 | RTV  | BI                       |
| Divisão não socilitada de pedidos / número de pedidos total | $\frac{\text{Total de quebras} - \text{Total de justificativas de quebra}}{\text{Número total de pedidos}}$ | Customer service, logística transportes          | BI                       |
| Tempo médio para solução de problemas                       | $\frac{\sum_1^l (\text{Hora solução} - \text{Hora comunicação do problema})}{l}$                            | Customer service, logística transportes          | BI                       |
| Amplitude entre máximo e mínimo da demanda ao longo do ano  | $\text{Demanda semanal máxima} - \text{demanda semanal mínima}$   | Transportadoras                                  | BI                       |
| Tempo médio para roteirização                               | $\frac{\sum_1^m (\text{Hora envio rotas} - \text{Hora recebimento pedidos})}{m}$                            | Logística transportes                            | Transportadoras          |

\*n=total de entregas      \*\*k= total de solicitações de status do pedido      \*\*\*l= total de comunicações de problemas  
 \*\*\*\*m=total de dias de roteirização

Fonte: Elaboração própria do autor

Vários dos indicadores foram designados para a medição pelo setor de BI da empresa, pois ele não atua diretamente nos processos analisados pelos indicadores e ao mesmo tempo tem acesso a dados de sistema necessários para a construção de tais indicadores, aparecendo como setor ideal para realização de tais medições.

As metas, bem como o horizonte de tempo para atingi-las, devem ser definidas em conjunto pelos gestores dos setores capazes de atuar no resultado do indicador. A situação descrita pelo valor atual dos indicadores oferece informações que ajudam a definir as metas e horizontes de tempo, mas o maior fator a ser levado em consideração para essa definição é o nível de qualidade do serviço de entrega desejado. Assim a empresa garante que seu principal objetivo, a satisfação do cliente final, seja atingido.

#### **4.4 Causas principais dos *Gaps***

Os indicadores de desempenho nas expectativas dos clientes mostram o quanto satisfatório está o serviço oferecido na visão dos clientes da UA, mas não oferece meios para melhorar o desempenho mostrado. A segunda matriz do modelo *Gap* 4 ajuda a identificar as causas principais para o desempenho em cada indicador identificado na matriz das expectativas dos clientes, assim como o setor responsável pela causa, e ainda propõe que sejam definidos indicadores para mensurar o desempenho das causas identificadas.

As causas principais para os *gaps* foram identificadas através da análise da operação da UA e das outras áreas que realizam com ela processos em conjunto e da experiência obtida durante o trabalho realizado na empresa. É preciso realizar uma verificação com gestores das áreas citadas para confirmar a relevância das causas identificadas.

Matriz 4.2: Principais causas dos *Gaps* do caso em estudo

| Indicador de desempenho atendido                            | <i>Gap</i> | Causas principais do <i>gap</i>                | Setor responsável pela causa | Indicador de desempenho da causa do <i>gap</i>   | Valor atual | Meta | <i>Gap</i> |
|---|------------|--|------------------------------|--|-------------|------|------------|
| Entregas na data correta / entregas em atraso               | 15%        | Atrasos nos descarregamentos                   | Clientes / Transportadora    | Descarregamentos em atraso / Descarregamentos totais   | -           | -    | -          |
|   |            | Estimativa imprecisa do tempo de viagem        | Transportadora               | Nº datas de entrega previstas corretamente / Nº total de entregas  | -           | -    | -          |
| <i>Lead time</i> médio                                      | -          | Demora para liberação dos pedidos              | <i>Customer Service</i>      | Tempo de espera do pedido até sua liberação para logística / Total de pedidos                                | -           | -    | -          |
|   |            | Demora para formação de rotas                  | Logística transportes        | Tempo de espera do pedido até sua colocação em rota / Total de pedidos                                       | -           | -    | -          |
| Tempo para o cliente obter a informação do status do pedido | -          | Demora no retorno dos pedidos de informação    | RTV*                         | Tempo para resposta dos pedidos de informação  | -           | -    | -          |
| Número de entregas / número de pedidos                      | -          | Divisão do pedido por motivo não obrigatório   | <i>Customer Service</i>      | Pedidos divididos por motivo não obrigatório** / pedidos totais  | -           | -    | -          |
| Tempo médio para solução de problemas                       | -          | Desconhecimento de como solucionar um problema | RTV*                         | Problemas sem solução rápida / Total de problemas  | -           | -    | -          |
| Amplitude entre máximo e mínimo da demanda ao longo do ano  | -          | Sazonalidade dos pedidos                       | Clientes                     | Demanda semanal no pico de vendas por transportador - Demanda semanal no mínimo das vendas por transportador | -           | -    | -          |
| Tempo hábil para contratação de veículos                    | -          | Demora para roteirização                       | Logística transportes        | Rotas liberadas em atraso / Total de rotas***  | -           | -    | -          |
|   |            | Demora para liberação dos pedidos              | <i>Customer Service</i>      | Pedidos liberados em atraso / Total de pedidos***  | -           | -    | -          |

\* nos casos em que o cliente requer alguma informação ou ação da empresa, são variadas as áreas da empresa acionadas e responsáveis pelo auxílio do cliente. Mas o RTV é quem faz o contato com o cliente e deve exigir rapidez no atendimento ao cliente

\*\* os motivos considerados obrigatórios para quebra do pedido são por exigência do cliente, se comunicada formalmente, e divisão para poder alocar todo material em mais de um caminhão, quando esse pedido não couber inteiro em um só veículo

\*\*\* tanto para o caso da liberação de rotas para o carregamento dos veículos quanto para a liberação de pedidos para roteirização, deve haver um horário de corte até o qual as áreas responsáveis pela atividade tenham que cumprir com sua etapa do processo. No caso de *Customer Service*, a análise do pedido, e para a logística de transportes, a roteirização.

Fonte: Elaboração própria do autor

O indicador de desempenho de causa do *gap* relativo à variação de demanda ao longo do ano pode ser afetado exclusivamente pela mudança no comportamento de compra dos clientes finais da empresa em estudo, portanto não é possível atuar sobre tal indicador. Dessa forma, esta expectativa das transportadoras não pode ser cumprida sem atuar no modo com que os clientes realizam suas compras, o que foge do escopo do estudo.

Assim como foi feito para os indicadores definidos na Matriz 4.1, os indicadores da Matriz 4.2 tiveram suas formas de cálculo, setores atuantes no desempenho do indicador e setor responsável pela medição definidos, como exibido na Tabela 4.2

Nesta matriz não há necessidade da medição ser realizada por um setor diferente daqueles que podem afetar o desempenho demonstrado pelo indicador. Estes indicadores serão utilizados como meio de impactar as causas do *gap* entre o indicador de expectativa do cliente e as metas, então são utilizados internamente às áreas responsáveis pelas causas. Portanto, o responsável pela medição de cada indicador foi definido pela disponibilidade de dados para o cálculo do indicador.

Tabela 4.2: Forma de cálculo, setores responsáveis pelo resultado e pela medição dos indicadores de causa do *gap*

| Indicador de desempenho da causa do <i>gap</i>   | Forma de cálculo  | Setores responsáveis pelo resultado do indicador | Responsável pela medição do indicador |
|--|---|--|---------------------------------------|
| Descarregamentos em atraso / Descarregamentos totais   | $\frac{\text{Descarregamentos que duram mais de 4 horas}}{\text{Total de entregas}}$  | Transportadora                                   | Logística transportes                 |
| Nº datas de entrega previstas corretamente / Nº total de entregas  | $\frac{\text{Total de entregas} - (\text{entregas com atraso} - \text{atrasos por descarregamento})}{\text{Total de entregas}}$ | Transportadora                                   | Logística transportes                 |
| Tempo de espera do pedido até sua liberação para logística / Total de pedidos                                | $\frac{\sum_i (\text{Data liberação do pedido para logística} - \text{data de colocação do pedido})}{l}$                        | Customer service                                 | Customer service                      |
| Tempo de espera do pedido até sua colocação em rota / Total de pedidos                                       | $\frac{\sum_i (\text{Data de carregamento do pedido} - \text{Data liberação do pedido para logística})}{l}$                     | Logística transportes                            | Customer service                      |
| Tempo para resposta dos pedidos de informação  | $\frac{\sum_i (\text{Tempo para resposta com informação})}{n}$  | RTVs   | RTVs                                  |
| Pedidos divididos por motivo não obrigatório / pedidos totais  | $\frac{(\text{Total de pedidos quebrados} - \text{Total de requisições de quebra por clientes})}{\text{Total de pedidos}}$      | Customer service                                 | BI                                    |
| Problemas sem solução rápida / Total de problemas  | $\frac{\text{Nº de problemas que levam mais de 1 dia para serem resolvidos}}{\text{Total de problemas}}$                        | RTVs   | RTVs                                  |
| Demanda semanal no pico de vendas por transportador - Demanda semanal no mínimo das vendas por transportador | $\text{Demanda semanal máxima no ano por transportador} - \text{Demanda mínima no ano por transportador}$                       | -  | -                                     |
| Pedidos liberados em atraso / Total de pedidos   | $\frac{\text{Pedidos liberados após as 12h}}{\text{Total de pedidos}}$  | Customer service                                 | Logística transportes                 |
| Rotas liberadas em atraso / Total rotas criadas  | $\frac{\text{Rotas liberadas após as 16h}}{\text{Total de rotas}}$  | Logística transportes                            | Transportadora                        |

\* l = total de pedidos    \*\* n = Total de requisições de informação para um setor da empresa

Fonte: Elaboração própria do autor

Os indicadores propostos são calculados a partir de dados que em parte não são acessíveis ao setor de logística e em parte não são coletados atualmente. Para que seja possível o cálculo dos valores atuais e da definição das metas e dos *gaps* relativos a cada um destes indicadores, é essencial que tais dados sejam coletados pelos devidos responsáveis pela

medição. Vale ressaltar que, para os indicadores que envolvem mais de uma área da empresa, deve haver um acordo entre as áreas envolvidas sobre o cálculo do indicador e das metas estabelecidas, bem como o prazo para o atingimento das metas.

A partir da identificação das causas de *gaps* e dos setores responsáveis pelas causas, é possível definir medidas a fim de atingir as metas para os indicadores de causas do *gap*. O modelo *Gap 4* propõe que os indicadores de responsabilidade da UA sejam analisados separadamente dos indicadores de responsabilidade de outros setores da empresa.

#### 4.5 Planos de ação internos

A terceira matriz do modelo *Gap 4* parte dos indicadores de desempenho da causa do *gap* identificados na Matriz 4.2, com foco naqueles que são de responsabilidade da UA, e propõe que sejam definidos planos de ação para reduzir o *gap* do indicador de desempenho do *gap*.

Matriz 4.3: Planos de ação internos para o caso em estudo

| Indicador de desempenho da causa do <i>gap</i>                                   | Gap | Plano de ação   | Setor responsável pelo plano de ação | Indicador de desempenho do plano de ação      | Valor atual | Meta | Gap |
|--|-----|---|--------------------------------------|---|-------------|------|-----|
| Tempo de espera do pedido até sua colocação em rota / Total de pedidos recebidos | -   | Estabelecimento de um limite rígido de dias para alocação em rota | Logística transportes                | Tempo médio de espera do pedido até seu envio | 3,5         | -    | -   |
| Rotas liberadas em atraso / Total rotas criadas                                  | -   | Melhoria do <i>software</i> de roteirização                       | Logística transportes                | Tempo médio de roteirização em horas          | 4           | 2    | 50% |

Fonte: Elaboração própria do autor

A área de logística de transportes analisada já conta com uma iniciativa para agilizar o processo de roteirização, que consiste na melhoria do *software* utilizado para a roteirização dos pedidos. A melhora inclui a agilização do recebimento de pedidos e do envio de rotas para outras áreas participantes do processo, além da sugestão de rotas pelo programa e maior facilidade na análise de custos das rotas formadas. Antes da implantação da iniciativa, os analistas da área têm prazo de 4 horas para realizar todo o processo de roteirização. Após as mudanças de sistema, há uma expectativa que todo o processo possa ser feito em 2 horas.

O tempo de espera para a alocação de um pedido em uma rota é de, em média, 3,5 dias. A distribuição de uma amostra dos pedidos pelo tempo que eles levam para serem roteirizados é demonstrada na Figura 4.2



Figura 4.2: Tempo para roteirização de um pedido

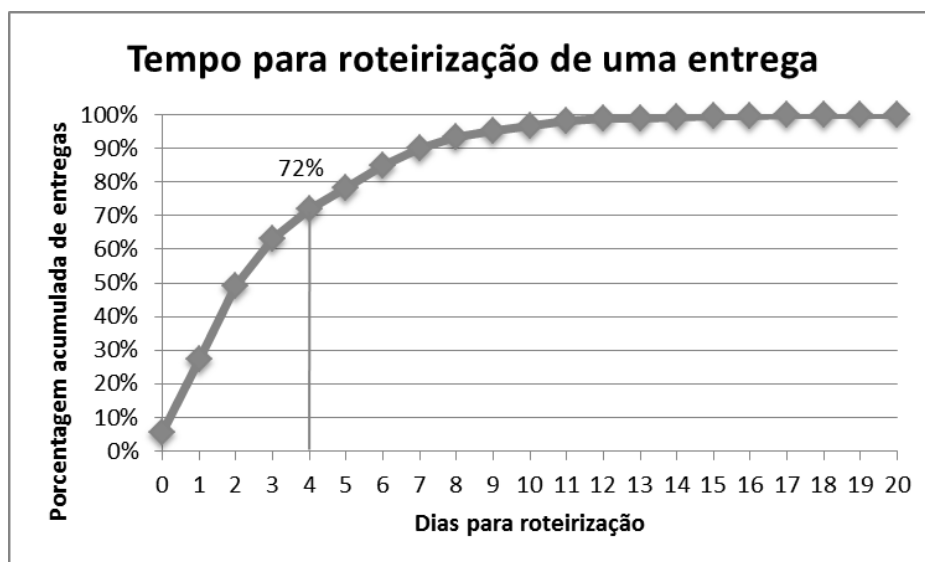


Fonte: Elaboração própria do autor

A análise das porcentagens acumuladas em uma curva ABC, é mostrada na Figura 4.3

:

Figura 4.3: Curva ABC do tempo para roteirização



Fonte: Elaboração própria do autor

Da análise dos tempos para roteirização, pode-se concluir que 72% dos pedidos são faturados em 4 dias ou menos, que é o limite considerado atualmente para a permanência do pedido antes do faturamento.

O motivo pelo qual 28% dos transportes levam mais de 4 dias para serem faturados é a inexistência de pedidos disponíveis para uma roteirização com taxa de ocupação satisfatória

do veículo. Nesses casos, espera-se que fiquem disponíveis novos pedidos que possam ser enviados junto com o pedido estagnado em um mesmo caminhão. Caso seja sinalizada uma urgência do pedido ou se o cliente fizer uma reclamação, o pedido é enviado imediatamente em veículo com baixa taxa de ocupação independente do custo envolvido.

O plano de ação proposto para a redução do indicador (Tempo de espera do pedido até sua colocação em rota / total de pedidos recebidos) é a definição de uma quantidade limite rígida de dias em que o pedido pode esperar por uma melhor roteirização antes de ser enviado, pois o limite estabelecido hoje não é seguido sempre. Essa ação pode ter impacto em custos de transporte, pois com menos tempo para esperar por pedidos que possibilitem uma ocupação adequada, menores as chances de se conseguir um transporte mais econômico, com um veículo realizando mais de uma entrega em clientes próximos um do outro.

#### 4.6 Expectativas para fornecedores

A quarta matriz do modelo *Gap* 4 coloca a unidade de análise no papel de cliente interno e indica para seus fornecedores o que a área precisa para poder atender as expectativas dos clientes.

Os indicadores de causas principais dos *gaps* identificados na Matriz 4.2 que não são de responsabilidade da unidade de análise são colocados na Matriz 4.4.

Matriz 4.4: Expectativas para fornecedores do caso em estudo

| Expectativa da área analisada           | Fornecedor              | Indicador de desempenho   | Valor atual | Meta | Gap |
|---|-------------------------|---|-------------|------|-----|
| Menos atrasos nos descarregamentos      | Transportador           | Descarregamentos em atraso / Descarregamentos totais                                    | -           | -    | -   |
| Melhor previsão do tempo de viagem      | Transportador           | Nº datas de entrega previstas corretamente / Nº total de entregas                       | -           | -    | -   |
| Liberação pontual do pedido             | <i>Customer service</i> | Tempo de espera da colocação pedido até sua liberação para logística / Total de pedidos | -           | -    | -   |
| Divisão do pedido apenas se obrigatório | <i>Customer service</i> | Pedidos divididos por motivo não obrigatório / pedidos totais                           | -           | -    | -   |
| Liberação pontual dos pedidos           | <i>Customer service</i> | Pedidos liberados em atraso / Total de pedidos  | -           | -    | -   |

Fonte: Elaboração própria do autor

O indicador que visa mensurar o desconhecimento na resolução de eventuais problemas do cliente não foi contemplado na Matriz 4.4 porque a área responsável pelo indicador (RTVs) não é um fornecedor da UA. A relação entre as duas áreas consiste no fornecimento de informações pontuais por parte do setor de logística de transportes quando

necessário, de modo a atender as demandas do cliente final. No entanto, não é um processo constante, então o fluxo de informações não é o suficiente para caracterizar uma relação entre cliente e fornecedor.



## 5. RESULTADOS E ANÁLISE DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Apesar do direcionamento estratégico para a melhora do nível de serviço logístico para o cliente, o controle de custos continua a ser essencial para a área, dada a dimensão da operação. Portanto, qualquer mudança na operação que possa impactar os custos incorridos deve ser estudada para que se possa tomar uma decisão acerca da viabilidade das alterações propostas.

A empresa historicamente teve a redução de custos como principal direcionador das tomadas de decisões, mas uma recente mudança da estratégia da empresa transferiu o foco para o atendimento ao cliente. Apesar dessa mudança do foco estratégico da organização, a lógica operacional continua enviesada para a redução de custos, o que se reflete nas pressões gerenciais e nos indicadores utilizados. Segundo Ballou (2004), os custos logísticos representam uma grande parcela dos custos da empresa, e representam ponto central no gerenciamento e projeto de sistemas logísticos.

Há disponíveis na literatura artigos a respeito de indicadores de custos de transporte detalhados a nível operacional. Donselaar, Kokke e Alessie (1998) analisaram indicadores e a relação dos seguintes indicadores com a eficiência logística, medida em *turnover* do estoque pelo custo total operacional

- Custo direto/caminhão
- Salário/motorista
- Custo direto/km percorrido
- Horas de percurso/caminhão
- Horas de percurso/motorista
- Velocidade média
- *Turnover*/viagem
- Tempo de carregamento e descarregamento
- *Turnover*/tonelada\*km
- Peso médio da carga
- Ocupação média
- Ocupação média quando não vazia

- *Turnover*/caminhão
- Km/caminhão
- Km/viagem
- Número de viagens/caminhão
- Porcentagens média da frota realizando transporte
- Quantidade da frota realizando viagem
- Quantidade de caminhões realizando entregas

Os indicadores utilizados no estudo descrevem a operação de transportes em nível detalhado, sendo indicado para as transportadoras que realizam o transporte. No caso do presente estudo, muitos destes fatores não são controláveis diretamente pela empresa, uma vez que os transportes são feitos por empresas parceiras e são elas que mantêm o controle sobre fatores não relacionados com a alocação de cargas, como o salário do motorista ou a velocidade média do veículo. Os transportes na empresa em estudo são realizados exclusivamente por empresas terceirizadas, então os custos relacionados com a operação dos caminhões, como manutenção e substituição de equipamentos, encargos e salários de motoristas, estão inclusos no custo do frete acordado.

Para analisar os impactos em custos do plano de ação identificado na utilização do modelo *Gap 4*, não serão utilizados os indicadores de custos propostos em literaturas sobre o tema, dada a diferença entre o modelo de operação da empresa e as empresas estudadas nos artigos sobre indicadores logísticos. Será utilizada a análise de custos da empresa com base estatística, cujo cálculo foi realizado no capítulo 2.2.3 deste trabalho. As equações podem ser utilizadas pois os dados analisados nesta simulação de custos foram retirados aleatoriamente da mesma base utilizada para criar o modelo, e portanto seguem a mesma distribuição de distâncias percorridas.

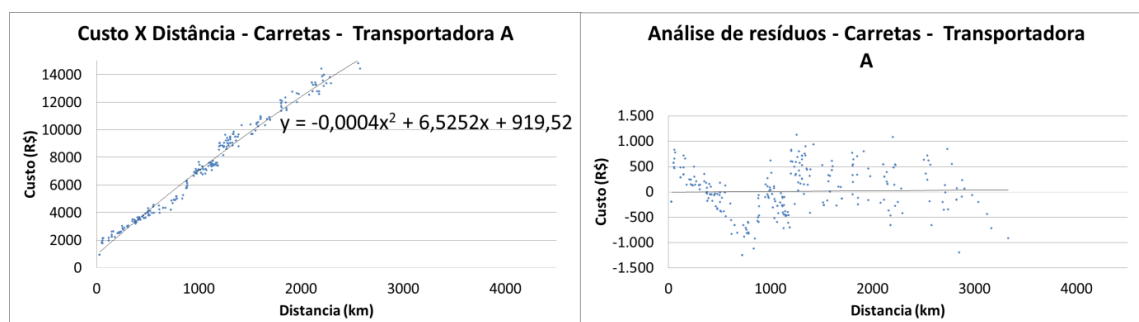
Dos dois planos de ação identificados, apenas um deles causa grande impacto em custos de transporte, a definição de limites rígidos de tempo para alocação de pedidos em rotas. A outra proposta, melhora no *software* de roteirização, resulta em um aumento de produtividade dos analistas da área e reduz as chances de atrasos no envio dos pedidos, mas não causa aumento no custo com transportes. A primeira ação, entretanto, reduz as possibilidades de agrupamento de cargas e, conseqüentemente, de ganhos com envio em veículos maiores.

As equações obtidas na Onde  $x_i$  são os valores de distância,  $y_i$  os valores de custos e  $n$  é o número de pares de dados utilizados.

O coeficiente de determinação  $R^2$  não é calculado para regressões não lineares, pois não é válido estatisticamente.

Aplicando-se a regressão polinomial de grau 2 aos transportes em carretas e trucks, as equações obtidas foram:

Figura 2.28: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Transportadora A



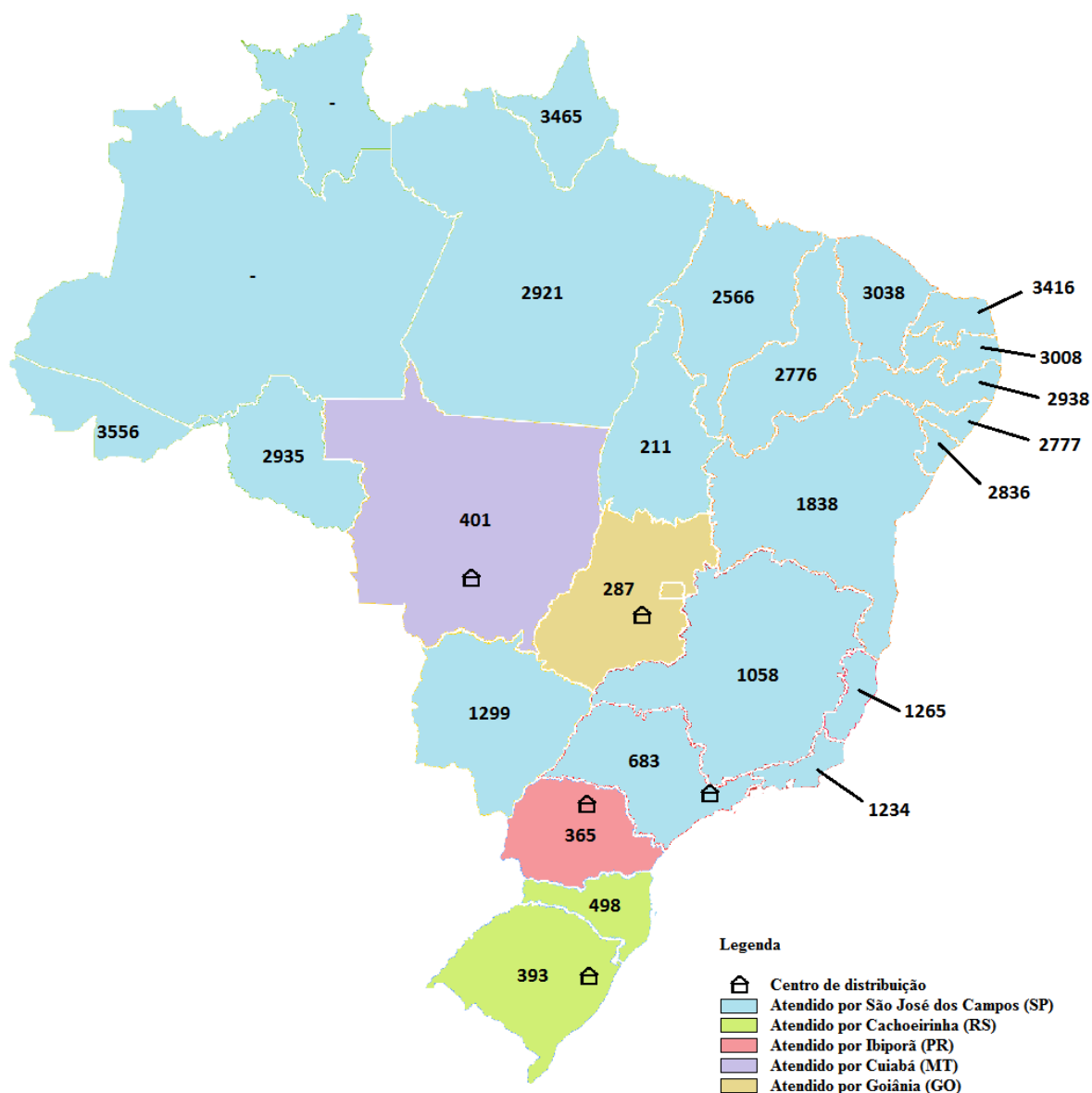
Fonte: Elaboração própria do autor

relacionam o custo de cada transporte com a distância percorrida por ele. Para minimizar a possibilidade de aumento da variação residual constatada na obtenção das equações, a base de dados a ser utilizada para esta análise será a mesma que foi utilizada para a obtenção das equações.

Para calcular os custos de um grande número de transportes, será utilizada a média histórica das distâncias das entregas realizadas para cada estado como estimativa da distância percorrida para novas entregas. Para se poder usar a base histórica, partiu-se do pressuposto que o perfil dos pedidos independe da localidade em que são feitos dentro do mesmo estado, e portanto não haveria diferença entre as distâncias percorridas por veículos de diferentes capacidades em entregas para o mesmo estado. Por exemplo, não há tendência de um pedido mais ao norte do estado de São Paulo ser maior do que um pedido realizado ao sul do estado, e portanto não há tendência de envio de veículos maiores para mais perto ou mais longe com destino a São Paulo. Essa hipótese pode ser adotada para dentro do mesmo estado, pois as culturas agrícolas são relativamente homogêneas, mas não poderia ser adotada para uma grande região do país pois há variações de produto agropecuário dominante nas lavouras dependendo do estado. Outra hipótese necessária é a inexistência de distinção entre as distâncias percorridas por diferentes transportadoras, ou seja, todas elas têm a mesma propensão a realizarem um transporte de curta distância ou de longa distância.

Para estimar a distância média, dispõe-se da distância percorrida por cada transporte e o estado em que a entrega foi realizada. O cálculo feito foi a média simples das distâncias percorridas pelos veículos para realizar entregas para cada estado a partir do CD responsável por atender a região. O resultado obtido é demonstrado na Figura 5.1.

Figura 5.1: Distâncias médias percorridas do CD até o cliente de cada estado



Fonte: Elaboração própria do autor

Não houve pedidos para os estados de Amazonas ou Roraima no período analisado.



Na grande maioria dos casos, os pedidos são atendidos pelo CD responsável pela entrega no estado onde está o cliente, mas em alguns casos críticos de falta de material no CD designado, o transporte pode ser feito diretamente a partir do CD de São José dos Campos. Esses transportes não serão considerados na análise por sua demanda ser de difícil previsão, além do fato da empresa ter iniciativas para acabar com esses casos de falta de estoque.

O custo total para uma determinada quantidade de transportes pode ser estimado por:

$$C_t = \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^k n_{ijk} * C_{ijk}$$

onde:

$C_t$  = Custo total

$i$  = índice relativo ao estado destino do transporte. Varia de 1 a 26

$j$  = índice relativo ao tipo de veículo. Varia de 1 a 3

$k$  = índice relativo à transportadora. Varia de 1 a 2

$n_{ijk}$

= número de transportes ao destino  $i$  realizados por veículos do tipo  $j$  por uma transportadora do tipo  $k$

$C_{ijk}$

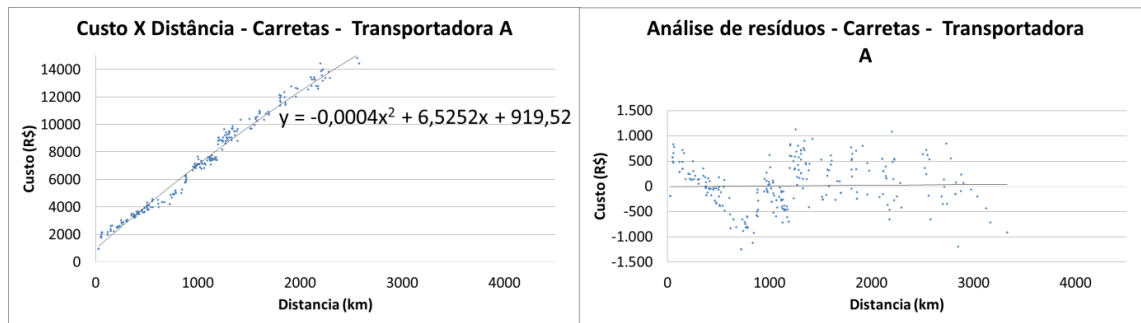
= Custo médio com um transporte para o estado  $i$  por veículo do tipo  $j$  por uma transportadora do tipo  $k$

O custo  $C_{ijk}$  é dado pela estimativa estatística apresentada na Onde  $x_i$  são os valores de distância,  $y_i$  os valores de custos e  $n$  é o número de pares de dados utilizados.

O coeficiente de determinação  $R^2$  não é calculado para regressões não lineares, pois não é válido estatisticamente.

Aplicando-se a regressão polinomial de grau 2 aos transportes em carretas e trucks, as equações obtidas foram:

Figura 2.28: Regressão polinomial e análise de resíduos - Carretas - Transportadora A



Fonte: Elaboração própria do autor

, que pode ser adaptada segundo a nomenclatura utilizada para a equação de custos totais.

Tabela 5.1: Equações de custo com transporte em função da distância para o estado  $i$ 

| Tipo de veículo | Equação do custo com transportes para a transportadora A | Equação do custo com transportes para outras transportadoras |
|-----------------|--|--|
| Toco            | $C_{i11} = 2,5548d_i + 629,28$                           | $C_{i12} = 2,5548d_i + 629,28$                               |
| Truck           | $C_{i21} = 2,8282d_i + 1423,6$                           | $C_{i22} = 3,5817d_i + 969,93$                               |
| Carreta         | $C_{i31} = 5,4068d_i + 1444,8$                           | $C_{i32} = 3,6925d_i + 2105,8$                               |

Fonte: Elaboração própria do autor

Para estimar os impactos em custos da proposta de ação para redução de *lead time* para entrega, que seria a adoção de um limite rígido de tempo para roteirizar uma carga, a regra será aplicada para entregas que ocorreram no passado, ou seja, será realizado um estudo do que aconteceria com os custos de transportes do ano fiscal 2014 da empresa se a regra houvesse sido aplicada. Neste estudo, será adotada a letra  $D$  como sendo o número máximo de dias em que o pedido pode esperar antes de ser alocado a um transporte. A partir dessa regra, é feita uma simulação dos impactos em custos e em tempo para alocação em rota dos pedidos resultantes de sua implantação.

A aplicação dessa regra traz algumas consequências para aqueles pedidos que ficaram mais de  $D$  dias em espera até serem alocados em uma rota:

- Veículos que realizaram entregas de pedidos cujo tempo de espera até alocação em rota não foi superior a  $D$  não sofrem mudanças.
- Para entregas que levaram mais de  $D$  dias para serem alocadas a um transporte, o tempo de espera até sua colocação em rota passa a ser automaticamente  $D$ .
- Para veículos que realizaram mais de uma entrega e pelo menos uma delas levou mais de  $D$  dias para ser alocada em rota, cada entrega em atraso será separada das demais e seu transporte será realizado por um veículo próprio, que carrega a ela apenas e o tempo até alocação ao veículo será  $D$ . As outras entregas que foram alocadas em menos de  $D$  dias continuam a ser entregues pelo mesmo veículo. O tamanho dos veículos é recalculado, sendo utilizado o menor veículo possível capaz de carregar o peso de suas entregas. O tempo em espera para alocação em rota dessas entregas não é alterado.

Uma amostra de transportes realizados foi escolhida aleatoriamente do ano fiscal 2014, que vai de outubro de 2013 a setembro de 2014. Os transportes mostram a seguinte distribuição:

Tabela 5.2: Quantidade efetiva de veículos utilizados

| Centro              | Capacidade do veículo | AL | BA | CE | ES | GO  | MA | MG  | MS  | MT  | PA | PB | PE | PI | PR  | RJ | RO | RS  | SC | SE | SP | TO | Total |
|---------------------|-----------------------|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|-------|
| São José dos Campos | 6000                  |    |    |    |    |     |    | 3   |     |     |    |    |    |    | 1   |    |    |     |    | 9  |    |    | 13    |
|                     | 12500                 | 1  | 8  | 2  | 15 |     | 2  | 48  | 2   | 2   | 1  | 3  |    |    | 3   |    |    |     |    | 1  | 44 |    | 133   |
|                     | 25000                 |    | 75 | 29 | 5  |     | 24 | 69  | 48  |     | 3  |    | 2  | 10 |     |    | 8  |     |    | 1  | 41 | 5  | 320   |
| Cachoeirinha        | 3000                  |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    | 4   |    |    |    |    | 4     |
|                     | 6000                  |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    | 2   | 1  |    |    |    | 3     |
|                     | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    | 59  | 5  |    |    |    | 64    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    | 199 | 30 |    |    |    | 229   |
| Ibiporã             | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    | 45  |    |    |     |    |    |    |    | 45    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     |     |     |    |    |    |    | 113 |    |    |     |    |    |    |    | 113   |
| Cuiabá              | 3000                  |    |    |    |    |     |    |     | 4   |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 4     |
|                     | 6000                  |    |    |    |    |     |    |     | 13  |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 13    |
|                     | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     | 66  |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 66    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     | 223 |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 223   |
| Goiânia             | 6000                  |    |    |    |    | 2   |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 2     |
|                     | 12500                 |    |    |    |    | 18  |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 18    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    | 89  |    |     |     |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    | 89    |
| Total               |                       | 1  | 83 | 31 | 20 | 109 | 26 | 117 | 50  | 306 | 5  | 1  | 5  | 10 | 158 | 3  | 8  | 264 | 36 | 2  | 85 | 5  | 1325  |

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 5.3: Quantidade efetiva de veículos utilizados pela transportadora A

| Centro              | Capacidade do veículo | BA | CE | ES | MG | MS | PA | PE | RJ | RO | SP | Total |
|---------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| São José dos Campos | 6000                  |    |    |    | 2  |    |    |    | 1  |    | 2  | 5     |
|                     | 12500                 | 4  | 1  | 5  | 19 |    | 1  | 1  | 1  |    | 5  | 37    |
|                     | 25000                 | 3  |    |    | 4  | 8  |    |    |    | 1  | 2  | 18    |
| Total               |                       | 7  | 1  | 5  | 25 | 8  | 1  | 1  | 2  | 1  | 9  | 60    |

Fonte: Elaboração própria do autor

Este mesmo exemplo agora será analisado para o caso da existência da rígida restrição do tempo para alocação em rota.

O nível de restrição analisado como primeiro exemplo será  $D=4$  dias, como é a atual recomendação para limite de espera. Em outras palavras, no quarto dia de espera o pedido deve obrigatoriamente ser alocado a um veículo, mesmo que tenha que ir em um veículo dedicado a uma só entrega.

Neste novo cenário, os mesmos pedidos carregados pelos veículos da Tabela 5.2 serão entregues utilizando-se os veículos apresentados na Tabela 5.4 e 5.5:

Tabela 5.4: Quantidade de veículos utilizados para  $D=4$ 

| Centro              | Capacidade do veículo | AL | BA | CE | ES | GO  | MA | MG  | MS | MT  | PA | PB | PE | PI | PR  | RJ | RO | RS  | SC | SE | SP  | TO | Total |
|---------------------|-----------------------|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|-------|
| São José dos Campos | 3000                  |    | 4  |    | 1  |     | 1  | 12  | 4  |     | 1  |    | 1  |    |     | 1  |    |     |    | 1  | 11  |    | 37    |
|                     | 6000                  | 1  | 5  | 1  | 5  |     | 2  | 17  | 2  |     | 1  |    |    | 1  |     | 3  |    |     |    |    | 14  | 1  | 53    |
|                     | 12500                 | 1  | 12 | 2  | 16 |     | 3  | 44  | 1  |     | 2  | 1  | 3  | 1  |     | 1  |    |     |    | 1  | 56  | 1  | 145   |
|                     | 25000                 |    | 74 | 29 | 4  |     | 23 | 70  | 51 |     | 3  |    | 2  | 11 |     | 1  | 8  |     |    | 1  | 38  | 4  | 319   |
| Cachoeirinha        | 3000                  |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    | 34  | 2  |    |     |    | 36    |
|                     | 6000                  |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    | 30  | 6  |    |     |    | 36    |
|                     | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    | 107 | 16 |    |     |    | 123   |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    | 174 | 25 |    |     |    | 199   |
| Ibiporã             | 3000                  |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    | 23  |    |    |     |    |    |     |    | 23    |
|                     | 6000                  |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    | 26  |    |    |     |    |    |     |    | 26    |
|                     | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    | 70  |    |    |     |    |    |     |    | 70    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    | 110 |    |    |     |    |    |     |    | 110   |
| Cuiabá              | 3000                  |    |    |    |    |     |    |     |    | 13  |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 13    |
|                     | 6000                  |    |    |    |    |     |    |     |    | 25  |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 25    |
|                     | 12500                 |    |    |    |    |     |    |     |    | 77  |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 77    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    |     |    |     |    | 216 |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 216   |
| Goiânia             | 3000                  |    |    |    |    | 4   |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 4     |
|                     | 6000                  |    |    |    |    | 2   |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 2     |
|                     | 12500                 |    |    |    |    | 21  |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 21    |
|                     | 25000                 |    |    |    |    | 87  |    |     |    |     |    |    |    |    |     |    |    |     |    |    |     |    | 87    |
| Total               |                       | 2  | 95 | 32 | 26 | 114 | 29 | 143 | 58 | 331 | 7  | 1  | 6  | 13 | 229 | 6  | 8  | 345 | 49 | 3  | 119 | 6  | 1622  |

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 5.5: Quantidade de veículos utilizados pela transportadora A, para  $D=4$ 

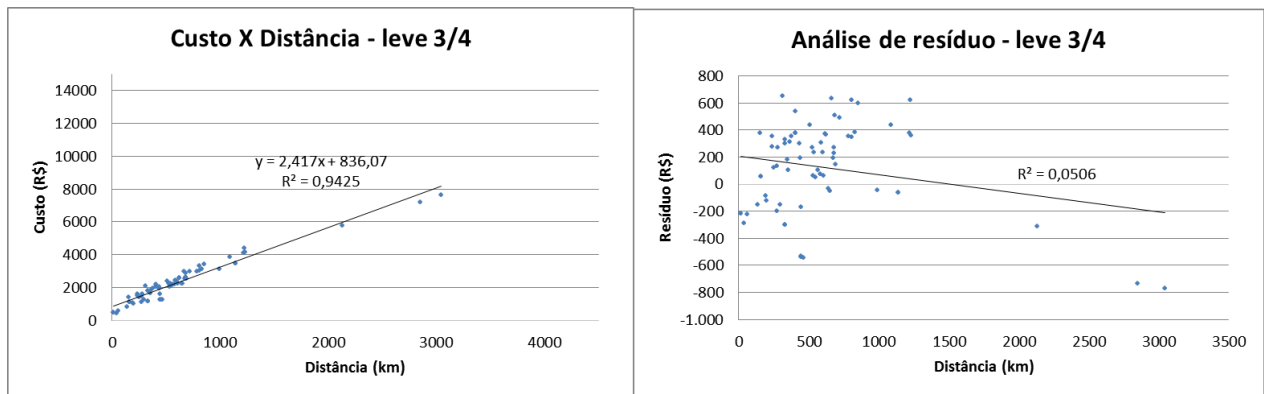
| Centro              | Capacidade do veículo | AL | BA | CE | ES | MG | MS | PA | PE | RJ | RO | SP | Total |
|---------------------|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| São José dos Campos | 3000                  |    | 2  |    | 1  | 6  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  |    | 15    |
|                     | 6000                  | 1  |    | 1  | 4  | 11 |    | 1  |    |    | 1  |    | 19    |
|                     | 12500                 |    | 6  |    | 5  | 15 |    | 2  | 1  |    |    |    | 29    |
|                     | 25000                 |    | 3  |    |    | 4  | 8  | 12 |    |    |    | 1  | 28    |
| Tota                |                       | 1  | 11 | 1  | 10 | 36 | 9  | 17 | 2  | 1  | 2  | 1  | 91    |

Fonte: Elaboração própria do autor

Um primeiro resultado que pode-se perceber é que o caminhão de capacidade 3000kg, denominado leve 3/4, passa a ser utilizado com maior frequência com a implantação da regra de limite de dias de espera (de 8 veículos, passam a ser utilizados 113). O impacto de seu custo deixa de ser irrelevante, sendo então preciso encontrar uma equação que, assim como para os outros tipos de veículos, possa descrever seus custos satisfatoriamente em função da distância.

Utilizando-se da mesma metodologia empregada para estimar os custos dos outros tipos de veículos no capítulo 2.2.3 deste trabalho, a regressão para este tipo de veículo é dada por:

Figura 5.2: Regressão linear e análise de resíduos – Leve 3/4



Fonte: Elaboração própria do autor

O coeficiente de determinação de 0,94 mostra que a equação obtida descreve 94% dos custos deste tipo de veículo.

A partir dos números de viagens que seriam realizadas se a regra houvesse sido implantada para a amostra de transportes, é possível estimar o custo das entregas para o caso  $D=4$

com o auxílio das equações da Tabela 5.1. Os custos estimados para o cenário real ocorrido e para o cenário  $D=4$  são apresentados entre a Tabela 5.6 e a Tabela 5.9 a seguir.



Tabela 5.6: Custo estimado sem restrição de tempo para roteirização

| Centro       | Capacidade do veículo | AL    | BA     | CE     | ES     | GO     | MA     | MG     | MS     | MT     | PA    | PB    | PE    | PI     | PR     | RJ    | RO     | RS     | SC     | SE    | SP     | TO    | Total     |
|--------------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-----------|
| São José     | 6000                  |       |        |        |        |        |        | 9997   |        |        |       |       |       |        |        | 3782  |        |        |        |       | 21368  |       | 35.147    |
| dos Campos   | 12500                 | 10916 | 60425  | 35553  | 82512  |        | 20321  | 228450 | 11245  |        | 22864 | 11744 | 34479 |        |        | 16169 |        |        |        | 11128 | 150314 |       | 696.120   |
|              | 25000                 |       | 666946 | 386385 | 33884  |        | 277938 | 414860 | 331313 |        | 38675 |       | 25909 | 123562 |        |       | 103546 |        |        | 12578 | 189739 | 14425 | 2.619.759 |
| Cachoeirinha | 3000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        | 6533   |        |       |        |       | 6.533     |
|              | 6000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        | 3267   | 1902   |       |        |       | 5.168     |
|              | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        | 140275 | 13768  |       |        |       | 154.043   |
|              | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        | 707834 | 118340 |       |        |       | 826.173   |
| Ibiporã      | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        | 102476 |       |        |        |        |       |        |       | 102.476   |
|              | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        | 390253 |       |        |        |        |       |        |       | 390.253   |
| Cuiabá       | 3000                  |       |        |        |        |        |        |        |        | 6615   |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 6.615     |
|              | 6000                  |       |        |        |        |        |        |        |        | 21499  |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 21.499    |
|              | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        | 158809 |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 158.809   |
|              | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        | 799788 |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 799.788   |
| Goiânia      | 6000                  |       |        |        |        | 2725   |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 2.725     |
|              | 12500                 |       |        |        |        | 24525  |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 24.525    |
|              | 25000                 |       |        |        |        | 177811 |        |        |        |        |       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |        |       | 177.811   |
| Total        | -                     | 10916 | 727371 | 421938 | 116396 | 205061 | 298259 | 653307 | 342558 | 986710 | 61539 | 11744 | 60388 | 123562 | 492729 | 19951 | 103546 | 857908 | 134010 | 23705 | 361421 | 14425 | 6.027.444 |

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 5.7: Custo estimado sem restrição de tempo para roteirização realizados pela transportadora A

| Centro     | Capacidade do veículo | BA    | CE    | ES    | MG     | MS    | PA    | PE    | RJ   | RO    | SP    | Total   |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|---------|
| São José   | 6000                  |       |       |       | 6665   |       |       |       | 3782 |       | 4748  | 15.195  |
| dos Campos | 12500                 | 30212 | 11851 | 27504 | 90428  |       | 11432 | 11493 | 5390 |       | 17081 | 205.391 |
|            | 25000                 | 26678 |       |       | 24050  | 55219 |       |       |      | 12943 | 9256  | 128.145 |
| Tota       |                       | 56890 | 11851 | 27504 | 121142 | 55219 | 11432 | 11493 | 9172 | 12943 | 31085 | 348.732 |

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 5.8: Custo estimado com utilização da regra  $D=4$ 

| Centro              | Capacidade do veículo | AL    | BA     | CE     | ES     | GO     | MA     | MG     | MS     | MT     | PA      | PB    | PE    | PI     | PR     | RJ     | RO     | RS     | SC     | SE     | SP     | TO     | Total     |           |
|---------------------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|
| São José dos Campos | 3000                  |       | 21300  |        | 3861   |        | 7185   | 39987  | 15792  |        | 8092    |       | 8135  |        |        | 3782   |        |        |        | 7875   | 26116  |        | 142.125   |           |
|                     | 6000                  | 7724  | 26625  | 8391   | 19306  |        | 14370  | 56648  | 7896   |        | 8092    |       |       | 7721   |        | 11346  |        |        |        |        | 33239  | 1168   | 202.526   |           |
|                     | 12500                 | 10916 | 90637  | 23702  | 88012  |        | 30482  | 209412 | 5623   |        | 22864   | 11744 | 34479 | 10913  |        | 5390   |        |        |        | 11128  | 191309 | 1726   | 748.336   |           |
|                     | 25000                 |       | 658054 | 386385 | 27107  |        | 266357 | 420873 | 352020 |        | 38675   |       | 25909 | 135918 |        | 6662   | 103546 |        |        | 12578  | 175856 | 11540  | 2.621.479 |           |
| Cachoeirinha        | 3000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        | 55533  | 3803   |        |        |        | 59.336    |           |
|                     | 6000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        | 48999  | 11409  |        |        |        | 60.409    |           |
|                     | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        | 254397 | 44058  |        |        |        | 298.454   |           |
|                     | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        | 618910 | 98617  |        |        |        | 717.526   |           |
| Ibiporã             | 3000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        | 35921  |        |        |        |        |        |        |        | 35.921    |           |
|                     | 6000                  |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        | 40606  |        |        |        |        |        |        |        | 40.606    |           |
|                     | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        | 159408 |        |        |        |        |        |        |        | 159.408   |           |
|                     | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        |        |         |       |       |        | 379892 |        |        |        |        |        |        |        | 379.892   |           |
| Cuiabá              | 3000                  |       |        |        |        |        |        |        |        | 21499  |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 21.499    |           |
|                     | 6000                  |       |        |        |        |        |        |        |        | 41344  |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 41.344    |           |
|                     | 12500                 |       |        |        |        |        |        |        |        | 185277 |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 185.277   |           |
|                     | 25000                 |       |        |        |        |        |        |        |        | 774682 |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 774.682   |           |
| Goiânia             | 3000                  |       |        |        |        | 5450   |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 5.450     |           |
|                     | 6000                  |       |        |        |        | 2725   |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 2.725     |           |
|                     | 12500                 |       |        |        |        | 41955  |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 41.955    |           |
|                     | 25000                 |       |        |        |        | 275403 |        |        |        |        |         |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 275.403   |           |
| Total               |                       | 0     | 18640  | 796616 | 418478 | 138286 | 325533 | 318394 | 726920 | 381331 | 1022802 | 77723 | 11744 | 68523  | 154552 | 615827 | 27180  | 103546 | 977839 | 157887 | 31580  | 426520 | 14434     | 6.814.353 |

Fonte: Elaboração própria do autor

Tabela 5.9: Custo estimado de transportes realizados pela transportadora A com utilização da regra  $D=4$ 

| Centro              | Capacidade do veículo | AL   | BA    | CE   | ES    | MG     | MS    | PA     | PE    | RJ   | RO    | SP   | Total   |
|---------------------|-----------------------|------|-------|------|-------|--------|-------|--------|-------|------|-------|------|---------|
| São José dos Campos | 3000                  |      | 10650 |      | 3861  | 19994  | 3948  | 16184  | 8135  | 3782 | 8128  |      | 74.681  |
|                     | 6000                  | 7724 |       | 8391 | 15444 | 36655  |       | 8092   |       |      | 8128  |      | 84.433  |
|                     | 12500                 |      | 45319 |      | 27504 | 71391  |       | 22864  | 11493 |      |       |      | 178.570 |
|                     | 25000                 |      | 26678 |      |       | 24050  | 55219 | 154699 |       |      |       | 4628 | 265.273 |
| Tota                |                       | 7724 | 82646 | 8391 | 46809 | 152089 | 59167 | 201839 | 19628 | 3782 | 16255 | 4628 | 602.958 |

Fonte: Elaboração própria do autor

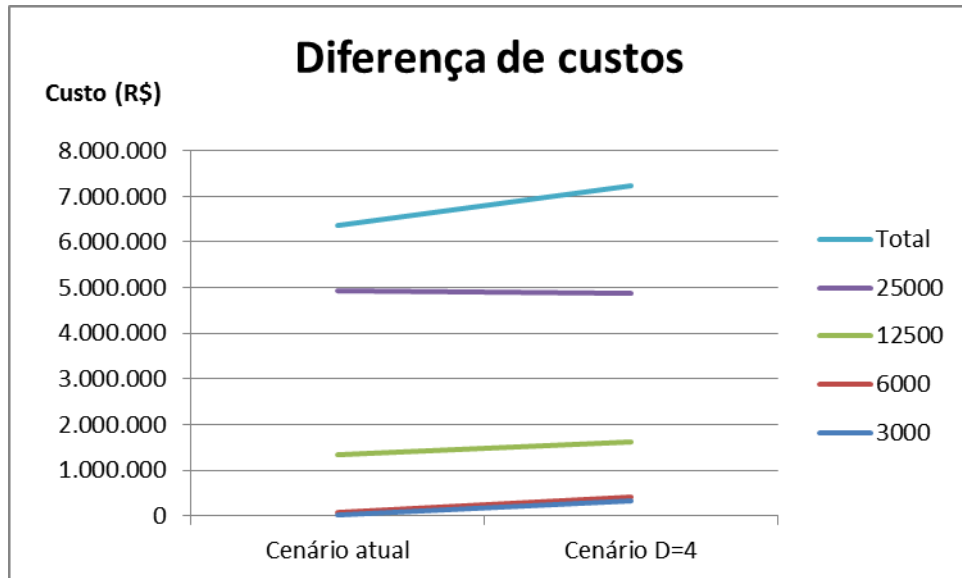
Para analisar o impacto financeiro dessa mudança, realiza-se então a diferença entre os custos incorridos nos dois cenários. A diferença será agrupada pelo gasto total com cada tipo de veículo para todas as regiões e todas as transportadoras, para entender como a nova regra muda o perfil de veículos utilizado. Para  $D=4$ , a diferença total de custos para cada tipo de veículo foi:

Tabela 5.10: Diferença em custos por tipo de veículo para  $D = 4$

| Capacidade do veículo | Cenário atual    | Cenário D=4      | Aumento de custos | Aumento relativo de custos |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| 3000                  | 13.148           | 322.785          | 309.636           | 2355%                      |
| 6000                  | 79.733           | 418.602          | 338.868           | 425%                       |
| 12500                 | 1.341.364        | 1.617.650        | 276.285           | 21%                        |
| 25000                 | 4.941.930        | 4.884.184        | -57.745           | -1%                        |
| <b>Total</b>          | <b>6.376.175</b> | <b>7.243.220</b> | <b>867.044</b>    | <b>14%</b>                 |

Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 5.3: Diferença dos custos para  $D = 4$



Fonte: Elaboração própria do autor

Para o caso  $D = 4$ , houve uma ligeira redução no custo com veículos do tipo carreta (com capacidade de carregamento 25000 kg), o que pode ser explicado pela utilização de outros tipos de veículos para realização das entregas que antes eram feitas por carretas. Nesses casos, 2 ou mais entregas que foram realizadas por uma carreta teriam que ser transportadas separadamente

para atender o limite de tempo para faturamento, e passariam a ser realizadas por veículos menores.

Apesar da redução do custo com carretas, houve um aumento do custo com cada um dos outros tipos de veículos. Os veículos menores tiveram sua utilização aumentada com mais intensidade, o que sinaliza mais pedidos de menor volume sendo entregues por veículos exclusivos, diferentemente da situação anterior, na qual as entregas eram feitas por veículos de grande porte que atendiam diversos clientes por viagem.

Além do caso  $D = 4$ , a empresa pode escolher vários limites de dias para realizar o faturamento de seus pedidos, com diferentes níveis de melhora no indicador proposto e de impacto no custo da operação. Portanto, a simulação foi realizada para outros valores de  $D$ , entre 2 e 10, inclusive. Será feita uma comparação dos custos para diferentes valores de  $D$ , que é apresentada na Tabela 5.11

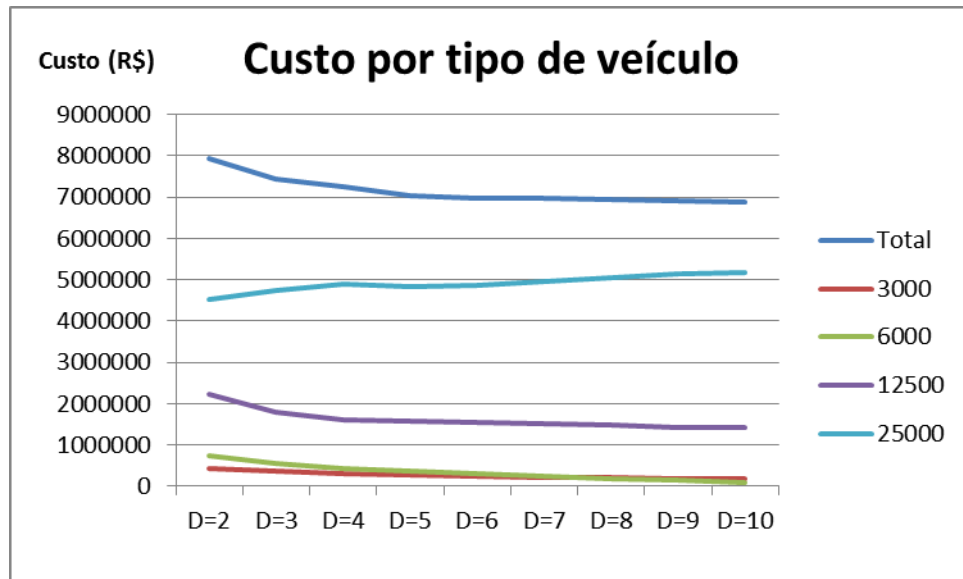
Tabela 5.11: Custos por transporte para diferentes valores de  $D$ , em reais

| Capacidade do veículo | <b>D=2</b> | <b>D=3</b> | <b>D=4</b> | <b>D=5</b> | <b>D=6</b> |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>3000</b>           | 352.051    | 276.003    | 322.785    | 319.734    | 249832     |
| <b>6000</b>           | 442.609    | 478.066    | 418.602    | 391.240    | 317284     |
| <b>12500</b>          | 1.925.764  | 1.796.852  | 1.617.650  | 1.655.660  | 1545386    |
| <b>25000</b>          | 5.386.322  | 5.396.367  | 4.884.184  | 5.538.884  | 4859971    |
| <b>Total</b>          | 8.106.746  | 7.947.287  | 7.243.220  | 7.905.518  | 6972473    |

| Capacidade do veículo | <b>D=7</b> | <b>D=8</b> | <b>D=9</b> | <b>D=10</b> | <b>Atual</b> |
|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| <b>3000</b>           | 222509     | 216094     | 194293     | 186480      | 17235,81     |
| <b>6000</b>           | 255292     | 191407     | 144352     | 104234      | 87483,57     |
| <b>12500</b>          | 1514737    | 1478732    | 1430481    | 1419042     | 1398259      |
| <b>25000</b>          | 4964883    | 5052163    | 5137259    | 5172638     | 5354915      |
| <b>Total</b>          | 6957421    | 6938396    | 6906385    | 6882394     | 6857893      |

Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 5.4: Custos por transporte para diferentes valores de  $D$ 

Fonte: Elaboração própria do autor

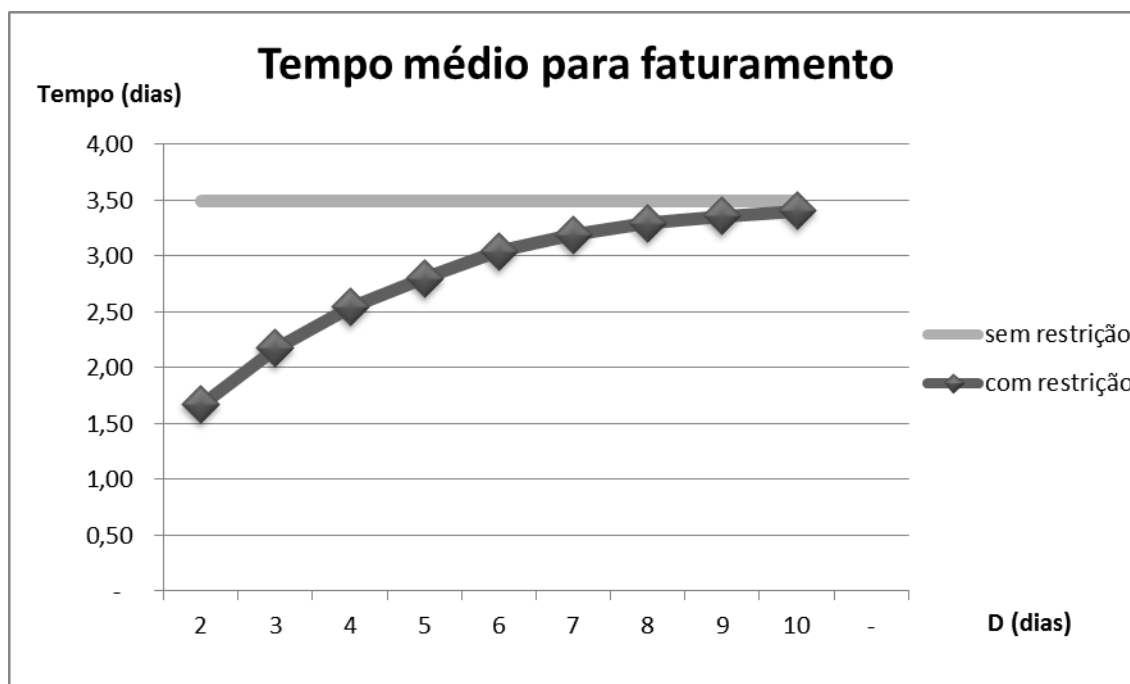
A Tabela 5.11 e a Figura 5.4 mostram que os custos com veículos de menor porte são maiores quando o limite de dias para faturamento é mais curto, pois um menor limite de espera para faturamento leva os pedidos a serem entregues com menor consolidação e menor ganho de escala. Em contrapartida, os gastos com carretas são menores para valores baixos de  $D$ , devido a sua menor utilização.

Além do impacto em custos, a ação traz um impacto no indicador proposto. Para cada valor de  $D$  foi analisado o tempo médio de alocação em rota dos pedidos

Tabela 5.12: Tempo médio de faturamento em função de  $D$ 

| <b>D</b>             | <b>Tempo médio<br/>para faturamento</b> |
|----------------------|---|
| <b>2</b>             | 1,67                                    |
| <b>3</b>             | 2,18                                    |
| <b>4</b>             | 2,54                                    |
| <b>5</b>             | 2,80                                    |
| <b>6</b>             | 3,04                                    |
| <b>7</b>             | 3,19                                    |
| <b>8</b>             | 3,29                                    |
| <b>9</b>             | 3,36                                    |
| <b>10</b>            | 3,40                                    |
| <b>sem restrição</b> | 3,49                                    |

Fonte: Elaboração própria do autor

Figura 5.5: Tempo médio de faturamento, em função de  $D$ 

Fonte: Elaboração própria do autor

A Tabela 5.12 e a Figura 5.5 mostram que a restrição causa maior redução no tempo para faturamento para valores menores de  $D$ , o que leva a um indicador com resultados que atendem cada vez melhor às necessidades do cliente de receber seus produtos com agilidade. Porém há um aumento de custos relacionado à redução do tempo para faturamento, cuja medida é exemplificada neste capítulo.

Com essas informações, os gerentes da área estudada neste trabalho podem decidir com melhor embasamento a meta a ser definida para o indicador “Tempo médio de espera do pedido até seu envio” e o limite  $D$  que deve ser estabelecido para que a meta seja atingida, bem como o impacto financeiro que a ação deve trazer à área.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo propor um novo conjunto de indicadores que se adequasse à realidade da empresa em estudo, que passa por uma mudança de direcionamento estratégico. O objetivo foi alcançado com o auxílio da metodologia apresentada no capítulo 3.2.5.

A busca na bibliografia acadêmica por indicadores logísticos aplicáveis ao setor em estudo mostrou vasta literatura acerca de indicadores mais abrangentes, que englobam outras áreas da empresa, mas pouco em específico sobre uma operação de roteirização de transportes a serem realizados por empresas terceirizadas. Dessa forma, o autor procurou metodologias em concepção de indicadores não específicos para uma área de logística, mas que pudessem ser melhor aplicadas à realidade do caso em estudo.

A partir da metodologia identificada como a mais adequada e de características específicas da empresa, estabeleceu-se um conjunto de indicadores operacionais que dirijam-na a mudanças consideradas estrategicamente importantes por gestores de alto nível hierárquico. A maioria dos indicadores sugeridos envolvem outras áreas da empresa, o que demonstra a interdependência dos setores.

Os indicadores têm como objetivo oferecer aos gestores da área em estudo uma ferramenta que ajude a identificar planos de ação para mudanças na operação, com estabelecimento de metas e acompanhamento da evolução dos indicadores. O valor das metas e da situação atual devem ser definidos após a realização de uma fase de coleta de dados e de definições com gerentes tanto da área em estudo quanto das outras áreas afetadas.

Para os indicadores controláveis internamente, foi realizado um estudo de impacto em custos na área, o que oferece ainda mais subsídio para tomada de decisão pelos gestores.

Um próximo passo para definir o melhor modo a fazer mudanças operacionais é decidir quais indicadores seriam os que mais impactam o resultado final da área, o que requer um estudo mais aprofundado do cliente e de suas preferências e prioridades. Desse modo, seria possível identificar não só as ações a serem tomadas como em quais delas concentrar maiores esforços.





## 7. BIBLIOGRAFIA

AGUEZZOUL A. “**The third party logistics selection: a review of literature**” International Logistics and Supply Chain Congress, 2007

BALLOU, R. H. “**Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**”, Ed. Bookman, 2006

BEAMON, B.”**Measuring supply chain performance**”, International Journal of Operations and Production Management, v 19, n.3, 1999

BOWERSOX, D.J. & CLOSS, D.J “**Logistical Management: The Integrated Supply Chain Perspective**”, Ed. McGraw-Hill, New York, 1996

BOWERSOX D. J., CLOSS D. J., COOPER M. B. , “**Gestão logística de cadeias de suprimentos**”, São Paulo, ed. Atlas 2006

CARETA, C. B. , “**Indicadores de desempenho logístico: estudo de múltiplos casos no setor de bens de capital agrícolas**”, Universidade federal de São Carlos, 2009

COSTA NETO, Pedro Luiz de oliveira, “**Estatística matemática**”, São Paulo, ed. Edgard Blücher, 2002

CROSS, K. F., LYNCH R. L. “**Managing the corporate warriors**”, Quality progress, vol. 23, n. 4, 1990

DONSELAAR Karel van, KOKKE Kees, ALLESSIE Martijn, (1998), “**Performance measurement in the transportation and distribution sector**”, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 28 Iss 6 pp. 434 – 450

FRANCISCHINI, P. G., FRANCISCHINI A. S. N. “**Framework to elaborate performance indicators for operational areas**” EurOMA 2007 - Managing Operations in an Expanding Europe: proceedings. Ankara, Turkey: Bilkent University, 2007

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; TIRTIROGLU, E. “**Performance measures and metrics in a supply chain environment**”. International Journal of Operations & Production Management, v. 21, n. 1/2, p. 71-87, 2001.

KAPLAN, R; NORTON, D. “**The Balance Scorecard – Measures that drive performance**”, Harvard Business Review, 1992

KIM, Youl Sang ; KIM, Taehun. “**Evaluating factors affecting logistics customer service performance for car manufacturing companies in korea**”, Maritime Quarterly, 2006

MASON-JONES, R.K, TOWILL, D.R., “**Enlightening supplies**”, Manufacturing Engineer, 76, 4, 156-60., 1997

Michigan State University Global Logistics Research Team “**World Class Logistics the challenge of managing continuous change**”, Council of Logistics Management, 1995

MONTGOMERY, D.C; RUNGER, G.C. “**Applied Science and probability for engineers**”. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2002

NEELY, A. ADAMS, C. A., “**Perspectives on performance: the performance prism**”, Measuring Business Excellence, 2000

SILVA, Matheus “ **Proposta de um novo balanced scorecard em uma instituição financeira**” Escola Politécnica, 2009

SOUZA, Diego Vinícius souza de “**Análise crítica de sistemáticas de avaliação de desempenho de cadeias de suprimentos**” , Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2010

PAULA, H. C. **“Mensuração do desempenho logístico sob a ótica do modelo World Class Logistics como artefato da controladoria”**, Universidade federal de Minas Gerais, 2009

WEISS, R. S. **“Learning from strangers: the art and method of qualitative interview studies.”** The Free Press, a division of Simon & Schuster Inc, 1995