

THIAGO FERNANDES DANTAS VASCONCELLOS

AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DECISÃO DE TRANSPORTES DE UMA
STARTUP DE ALIMENTAÇÃO CONGELADA

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

São Paulo

2016

THIAGO FERNANDES DANTAS VASCONCELLOS

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DECISÃO DE TRANSPORTES DE UMA
STARTUP DE ALIMENTAÇÃO CONGELADA**

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

Orientador: Prof. Dr. Mario Sergio Salerno

São Paulo

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Vasconcellos, Thiago

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL NA DECISÃO DE
TRANSPORTES DE UMA STARTUP DE ALIMENTAÇÃO / T. F.
D. Vasconcellos. – São Paulo, 2016.**

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

**1.Logística 2.Roteirização 3.Transportes I.Universidade de
São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de
Produção II.t.**

Aos meus maiores exemplos: Agnaldo e Graça

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que me ajudaram nessa caminhada durante os 7 anos de faculdade, especialmente:

A meus pais, Agnaldo e Graça, que sempre apoiaram minhas decisões e me proporcionaram tudo para que essa conquista fosse possível. Não há como expressar em palavras a minha gratidão por todo amor e carinho que vocês me deram durante toda a minha vida.

A minha irmã (que em breve se tornará uma politécnica brilhante) pelo apoio e companhia durante toda a faculdade.

Agradeço também a todos os outros familiares, que sempre estiveram do meu lado durante toda essa caminhada, em especial a minha cunhada Rachel, que me ajudou no desenvolvimento do trabalho antes da mudança do tema.

Impossível não falar da minha namorada e companheira Marília, quem eu conheci na faculdade e quem esteve do meu lado em todos os momentos, os mais felizes e os mais difíceis.

Também preciso deixar um agracimento aos amigos que fiz durante todos esses anos e aos amigos que estão juntos comigo desde o colégio. Não poderia deixar de agradecer também aos amigos de Turim e de Maastricht, que fizeram parte dos 2 melhores anos da minha vida.

Cris e Osni, muito obrigado também por toda a alegria que trouxeram consigo todos os dias para animar não somente o meu dia-a-dia, mas o de todos no CAEP.

Queria também fazer um agradecimento especial aos conselhos do Henrique, sócio da empresa em estudo e um grande amigo.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os professores e funcionários do PRO, especialmente ao meu orientador do Trabalho Final e da Iniciação Científica, Mario Sergio Salerno.

“All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them”.

(Walt Disney)

RESUMO

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise sobre como realizar as entregas de uma startup de alimentação congelada. Para este fim, a análise foi reduzida a quatro opções de transporte: duas empresas de motoqueiro (empresas B e C), uma transportadora especializada em transporte de congelados (transportadora A) e a contratação de funcionários próprios. Como a empresa em estudo possui uma preocupação muito grande com a qualidade de suas entregas, antes de se avaliar as opções de transporte foi feita uma priorização de 8 critérios (7 qualitativos e 1 quantitativo) utilizando a metodologia AHP. Posteriormente, cada opção foi avaliada para cada um dos critérios levantados. Para a avaliação de custo das opções de transporte, como cada opção possui um diferente modelo de cobrança, foi feita uma simulação com base nas entregas do mês de agosto. O resultado obtido foi plotado em gráficos para se analisar a variação do custo com a distância, em que se observou que cada opção possui um preço mais vantajoso dependendo da distância do ponto de entrega. Ao se incluir os critérios qualitativos por meio da metodologia AHP, notou-se que uma das empresas de motoqueiro foi eleita a vencedora (empresa B) para entregas próximas, e para entregas de maiores distâncias a melhor opção seria a contratação de um funcionário próprio. Para verificar se o resultado obtido se manteria com o aumento do número de entregas, a mesma simulação foi feita no final do trabalho para as entregas do mês de setembro, em que foi notada uma leve mudança no preço da empresa B pois ela permite que as entregas sejam roteirizadas. Para complementar a conclusão do trabalho, foi feita uma ferramenta para auxiliar a tomada de decisão dos gestores da empresa no dia-a-dia, que irá informar o recurso que deve ser utilizado dependendo dos endereços de entrega que a companhia possui.

Palavras-chave: decisão de transporte, avaliação multicriterial, logística

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze on how to perform the supply of a frozen food startup. To this end, the analysis was reduced to four shipping options: two motorcycle companies (companies B and C), a specialized carrier frozen (carrier A) and hiring own employees. As the company under study has a great concern with the quality of their deliveries, before assessing transport options a prioritization of 8 criteria was made (7 qualitative and 1 quantitative) using the AHP methodology. Then, each option was evaluated for each of the identified criteria. For the cost evaluation of the transportation options, as each option has a different billing model, a simulation was made based on August deliveries. The result was plotted in graphs to analyze the cost variation with distance, where it was observed that each option has a cheaper price depending on the distance of the delivery address. By including the qualitative criteria using the AHP methodology, it was noted that one of the motorcycle companies was voted the winner (company B) for deliveries with low distances, while deliveries of larger distances the best option would be to hire an own employee. To verify that the results obtained would remain with the increase of deliveries, the same simulation was made at the end of work for September, where it was noticed a slight change in the company B's price because it allows the routing of the deliveries. In addition to the conclusion of this work, a tool was build to assist the decision making of the company's managers, which will inform the resource that must be used depending on the delivery address that the company has.

Keywords: transport decision, multi-criteria evaluation, logistics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diferença entre o ultracongelamento e o congelamento comum.....	19
Figura 2 - Layout simplificado da Cozinha Industrial da CongeladosCo	22
Figura 3 - Exemplos de sequências de paradas boas e ruins	35
Figura 4 - Solução do método da varredura	37
Figura 5 – Ilustração do método das economias.....	38
Figura 6 – Estrutura hierárquica básica do método AHP	41
Figura 7 – Fluxograma do processo de expedição da CongeladosCo.....	50
Figura 8 – Área de entrega da CongeladosCo	51
Figura 9 – Mapa dos endereços de entrega da CongeladosCo	57
Figura 10 – Mapas dos endereços de entrega da ConvelagosCo com escala menor.....	58
Figura 11 – Modelo de cobrança da empresa B	68
Figura 12 – Modelo de cobrança da empresa C	70
Figura 13 – Mapa do centro expandido de São Paulo	78
Figura 14 – Adaptação do modelo de cobrança da Empresa B	79
Figura 15 – Separação do mapa de São Paulo em 4 quadrantes.....	81
Figura 16 – Exemplo de cálculo de distância em linha reta	83
Figura 17 – Parâmetros que devem ser inseridos na ferramenta	104
Figura 18 – Exemplo de resultado obtido pela ferramenta.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Linha de produtos da CongeladosCo	20
Tabela 2 – Preços do frete da CongeladosCo	27
Tabela 3 – Preços do frete de uma transportadora.....	27
Tabela 4 – Vantagens e desvantagens dos métodos de pontuação	40
Tabela 5 – Escala numérica de Saaty	42
Tabela 6 - Comparação de critérios em relação ao objetivo principal	43
Tabela 7 – Tabela de índices de consistência aleatória	44
Tabela 9 – Modelo de pontuação de projetos da Dupont	45
Tabela 8 – Modelo de pontuação da Celanese	45
Tabela 10 – Priorização dos critérios selecionados	53
Tabela 11 – Pontuação da opção “Motoqueiro Próprio.....	64
Tabela 12 – Tabela de preços da transportadora A	65
Tabela 13 – pontuação da opção “Transportadora A”.....	66
Tabela 14 – Pontuação da opção “Empresa B”	69
Tabela 15 – Pontuação da opção “Empresa C”	71
Tabela 16 - Entregas do dia 31 de agosto.....	75
Tabela 17 – Resultado da roteirização das entregas do dia 31 de agosto	76
Tabela 18 – Coordenadas geográficas dos pontos destacados na Figura 13	80
Tabela 19 – Pontuação de cada alternativa em relação aos critérios qualitativos	89
Tabela 20 – Custo médio das entregas em relação à distância da sede CongeladosCo	91
Tabela 21 – Notas relativas ao critério custo para cada faixa de distância	91
Tabela 22 – Pontuação das opções para distâncias entre 4km e 9km.....	92
Tabela 23 - Pontuação das opções para distâncias menores de 5km.....	92

Tabela 24 - Pontuação das opções para distâncias maiores de 9km	93
Tabela 25 – Fórmula das linhas de tendência de cada uma das opções de transporte	99
Tabela 26 – Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias abaixo de 4km.....	100
Tabela 27 - Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias maiores que 11km .	101
Tabela 28 - Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias entre 4km e 11km..	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução das vendas da CongeladosCo desde o início das operações	18
Gráfico 2 – Evolução do lucro de uma empresa por consumidor	25
Gráfico 3 - Evolução do número de pedidos da CongeladosCo desde o início das operações ²⁶	26
Gráfico 4 – Evolução do custo logístico em relação ao custo operacional	28
Gráfico 5 – Tipos de abordagem multicritério publicadas entre 2000 e 2008	39
Gráfico 6 – Proporção da receita entre os canais de venda da CongeladosCo	49
Gráfico 7 – Entregas distribuídas por data e distância da sede da CongeladosCo	55
Gráfico 8 – Distribuição por período das entregas da CongeladosCo no mês de agosto	56
Gráfico 9 – Distribuição das entregas de agosto da CongeladosCo por distância da sede.....	56
Gráfico 10 – Número de entregas por dia no mês de agosto	62
Gráfico 11 – Número de entregas feita pelo motoboy próprio da CongeladosCo	73
Gráfico 12 - Número de entregas feita pela transportadora A da CongeladosCo	74
Gráfico 13 - Custo de entrega da Transportadora A em relação à distância da CongeladosCo	85
Gráfico 14 - Custo de entrega da Empresa B em relação à distância da CongeladosCo.....	86
Gráfico 15 - Custo de entrega da Empresa C em relação à distância da CongeladosCo.....	87
Gráfico 16 – Linhas de tendência do custo de entrega por distância de três opções analisadas	88
Gráfico 17 - Distribuição por período das entregas da CongeladosCo no mês de setembro ...	97
Gráfico 18 – Distribuição das entregas de setembro da CongeladosCo por distância da sede	98
Gráfico 19 - Linhas de tendência do custo de entrega por distância de três opções analisadas para o mês de setembro	99
Gráfico 20 - Custo de entrega da Transportadora A em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro	109

Gráfico 21 - Custo de entrega da Empresa B em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro..... 109

Gráfico 22 - Custo de entrega da Empresa C em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro..... 110

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	17
1.1.1	Informações gerais.....	17
1.1.2.	Canais de venda.....	18
1.1.3.	Ultracongelamento.....	19
1.1.4.	Portfólio de produtos	19
1.1.5.	Fornecedores.....	20
1.1.6.	Planta simplificada	21
1.2.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	23
1.3.	MOTIVAÇÃO DO TRABALHO	24
1.4.	RELEVÂNCIA DO TRABALHO	24
1.5.	ESTRUTURA DO TRABALHO	29
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1.	DECISÕES DE TRANSPORTE	31
2.2.	ROTEIRIZAÇÃO	32
2.2.1.	Tipos de problema de roteirização.....	33
2.2.2.	Princípios para uma boa roteirização.....	35
2.2.3.	Métodos para roteirização	36
2.3.	AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO NA TOMADA DE DECISÕES	39
2.3.1.	Método AHP (Analytic Hierarchy Process)	40
2.3.2.	Outros modelos de pontuação.....	44
3.	METODOLOGIA.....	47

4. A OPERAÇÃO DA CONGELADOSCO	49
4.1. DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	49
4.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PRINCIPAIS	51
4.3. BASE DE DADOS	54
4.4. RECURSOS UTILIZADOS E CUSTO	59
5. ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE	61
5.1. MOTOQUEIRO PRÓPRIO	61
5.2. TRANSPORTADORA A	64
5.3. EMPRESA B	67
5.4. EMPRESA C	70
6. AVALIAÇÃO DO CUSTO DAS OPÇÕES	73
6.1. MOTOQUEIRO PRÓPRIO	73
6.2. TRANSPORTADORA A	78
6.3. EMPRESA B	79
6.4. EMPRESA C	82
7. ANÁLISE DOS RESULTADOS	85
8. SIMULAÇÃO FUTURA DE CUSTO	97
9. CONCLUSÃO	103
9.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
9.2. FERRAMENTA DE DECISÃO	104
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICE A – Gráficos do custo de entrega por distância no mês de setembro	109

1 INTRODUÇÃO

Nesta seção, será apresentada a empresa onde o presente trabalho foi desenvolvido, além da descrição do problema, o seu objetivo central e as motivações que levaram ao seu desenvolvimento.

1.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

1.1.1 Informações gerais

A empresa na qual o presente trabalho foi realizado é uma startup da área de alimentação, que busca se diferenciar do mercado oferecendo produtos de alta qualidade, orgânicos, saudáveis e que podem ser preparados de maneira prática.

Por motivos de confidencialidade, a empresa não terá o seu nome revelado e será denominada de CongeladosCo. Pelo mesmo motivo, dados numéricos serão modificados através de um multiplicador.

A CongeladosCo foi fundada em março de 2016 por 2 ex-alunos de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). A ideia do negócio surgiu da necessidade de se alimentar bem e de maneira rápida, de forma a não atrapalhar a intensa rotina de trabalho.

Durante 6 meses antes do início das operações, os dois sócio-fundadores se dedicaram ao desenvolvimento do modelo de negócio e buscaram investidores interessados, além de criarem o cardápio com a ajuda de uma nutricionista.

Devido à difícil situação econômica do país, a busca por investidores foi complicada. A solução encontrada foi apresentar o negócio para amigos e familiares interessados em investir, o que resultou em R\$700 mil provenientes de 12 investidores-anjo.

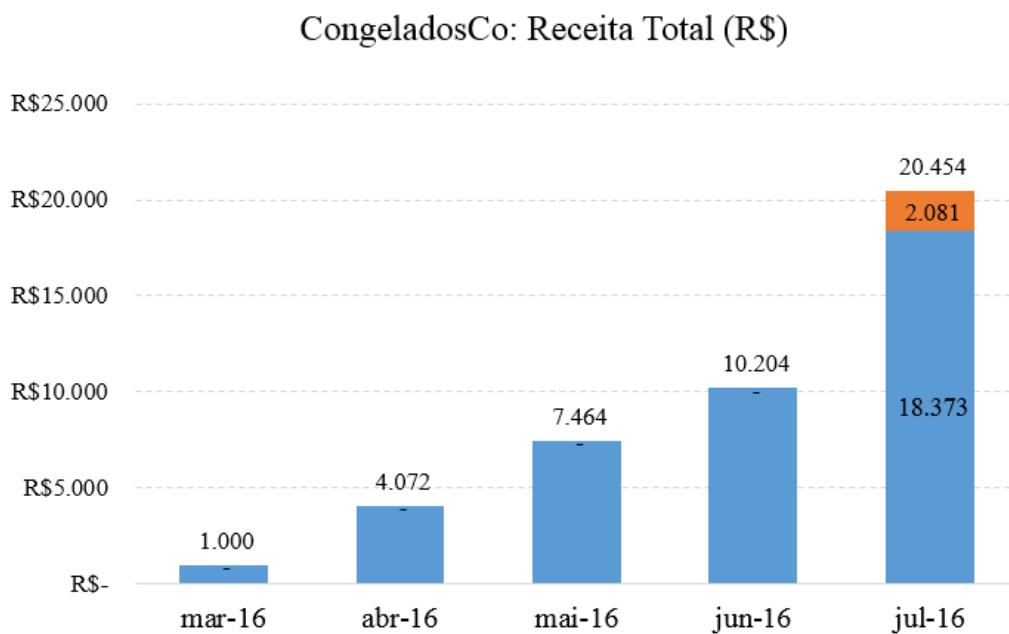
Atualmente, a empresa possui 8 funcionários na área administrativa e 4 pessoas trabalhando na parte operacional (cozinha). Apesar de ser uma empresa fundada recentemente, ela já apresenta um crescimento expressivo de suas vendas.

1.1.2. Canais de venda

O principal canal de venda utilizado pela empresa é a venda online por meio de seu site, em que os consumidores finais adquirem os produtos e eles são entregues em seu endereço, ou retirados na sede da companhia.

O canal de venda B2B (*Business to Business*) é caracterizado pelas vendas para empresas e escritórios. Diversas empresas já revelaram interesse em revender os produtos da CongeladosCo, como grandes redes de varejo e empórios com produtos funcionais e voltados para o bem-estar. Como é possível notar no Gráfico 1, o canal B2B ainda não representa uma parcela significativa das vendas, mas a empresa possui planos de expandi-lo.

Gráfico 1 - Evolução das vendas da CongeladosCo desde o início das operações¹



Fonte: Adaptado de CongeladosCo (2015)

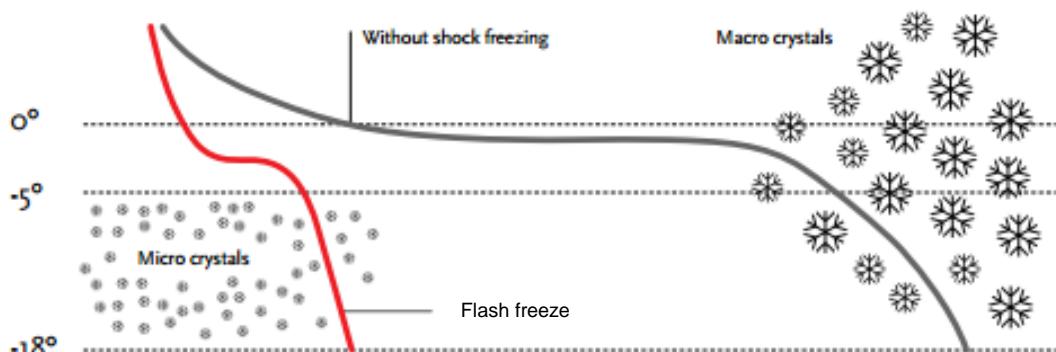
¹ Os dados foram modificados através de um multiplicador

1.1.3. Ultracongelamento

A praticidade oferecida se dá por meio do fornecimento de refeições congeladas, ou seja, para prepará-las os clientes devem apenas aquecê-las em seu micro-ondas ou em água fervente. Para congelar seus alimentos, a empresa utiliza uma técnica conhecida como ultracongelamento, que consiste no resfriamento do alimento de maneira rápida e a temperaturas extremamente baixas (podendo chegar a -40°C) com o objetivo de impedir formação de macro cristais de gelo. A formação desses macro-cristais pode alterar a estrutura dos alimentos, afetando seu sabor, aroma e propriedades nutricionais.

A tecnologia de ultracongelamento permite a formação de micro cristais de gelo, garantindo a manutenção das características dos alimentos e possibilitando que os prazos e validade sejam estendidos sem a adição de conservantes, além de manter o seu sabor e aroma. A Figura 1 mostra a diferença entre o ultracongelamento e o congelamento comum.

Figura 1- Diferença entre o ultracongelamento e o congelamento comum



Fonte: CongeladosCo (2015)

1.1.4. Portfólio de produtos

A linha de produtos é focada na praticidade e saudabilidade e foi desenvolvida por nutricionistas formadas pela Universidade de São Paulo. Os produtos oferecidos pela empresa variam entre refeições completas, porções individualizadas, entre outros, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Linha de produtos da CongeladosCo

Linhas	Objetivos	Exemplos
Pratos Prontos	Refeição completa de fácil preparo	Filet Mignon com risoto de abobrinha e <i>mix</i> de legumes*
Kits	Entregar conveniência não apenas nos produtos, mas no método de compra	Kit com 5 jantares*
Snacks	Opção para o cliente se alimentar em pequenos intervalos de tempo	Quibe assado*
Porções	Maior combinação de refeições atendendo a grupos específicos de	Porção de Arroz 7 grãos*
Individualizadas	clientes (i.e. produtos sem glúten, sem lactose, vegetarianos)	Porção Mix de legumes*
Sobremesas	“One stop shop” de alimentação aos clientes	Bolo de Banana com Nozes* Brownie 70% Cacau*
Bebidas	Bebidas de outras marcas que compartilhem o conceito da empresa	Sucos Fazenda da Toca Sucos Bio2

Fonte: Adaptado de CongeladosCo (2015)

1.1.5. Fornecedores

As matérias-primas utilizadas pela empresa são: legumes (abóbora, abobrinha, batata, beterraba, tomate), frutas (banana), verduras (alface, brócolis, espinafre), cereais (arroz, chia, amêndoas, aveia), temperos (pimenta do reino, alecrim, salsinha, sal rosa) e carnes (peixe, boi e frango).

Devido ao foco da empresa em alimentação saudável, não são adquiridos produtos com aditivos ou conservantes. Além disso, produtos orgânicos são priorizados ao máximo (não é possível adquirir 100% da matéria-prima orgânica devido à sazonalidade desses produtos).

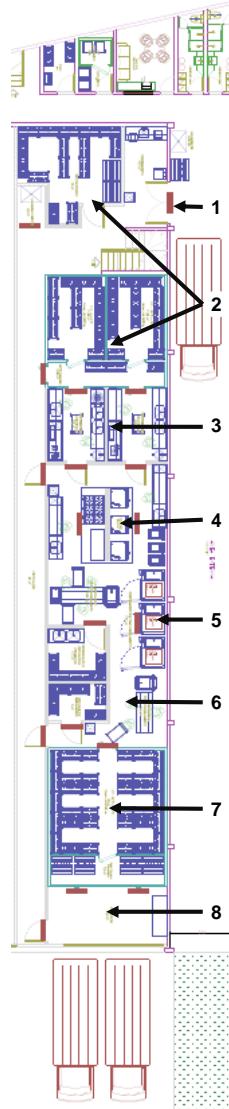
A cadeia de fornecedores é formada principalmente por produtores da agricultura familiar. Henrique, um dos sócio-fundadores, é filho de agrônomos e isso permitiu um acesso facilitado a profissionais dessa área.

Além do impacto social causado, a aquisição de produtos provenientes da agricultura familiar permite uma relação próxima com os fornecedores e garante um preço competitivo para a empresa.

1.1.6. Planta simplificada

A sede da empresa está localizada na região da Vila Madalena, em São Paulo. Atualmente, a cozinha, o estoque e a administração estão todos no mesmo local, porém a companhia possui planos de expansão no início de 2017. Um layout simplificado da sede é mostrado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Layout simplificado da Cozinha Industrial da



Fonte: CongeladosCo (2015)

Legenda:

1. Recepção
2. Estoque
3. Pré-preparo
4. Cocção
5. Ultracongelamento
6. Embalagem
7. Estoque de produtos acabados
8. Expedição

1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Um dos grandes problemas encontrados hoje na empresa é em relação ao processo de expedição dos pedidos dos clientes. Segundo Tompkins (1996), a atividade de expedição inclui algumas tarefas que são aplicáveis à empresa em estudo, como verificar se o pedido do cliente está pronto para ser entregue, preparar os documentos da remessa e carregar as mercadorias para serem expedidas.

Um dos problemas encontrados atualmente no processo de expedição da CongeladosCo é em relação à gestão das informações das vendas realizadas pelo site: valor da venda, data do pedido, período de entrega, forma de pagamento, endereço de entrega e nome do cliente.

Atualmente essas informações são geradas quando o cliente conclui um pedido no site, porém elas podem sofrer alterações até o momento de expedição dos produtos da sede. Por exemplo, um cliente pode alterar a data de entrega, a forma de pagamento, o endereço ou pedir para ser entregue em um horário específico. Como a empresa está no início das suas operações, é necessário manter um alto nível de serviço para conquistar seus clientes e, portanto, é necessário que essas exigências sejam atendidas. No entanto, ainda não há um processo definido para gerenciar essas informações e, muitas vezes, elas são perdidas durante o processo, causando problemas nas entregas.

Outra atividade do processo de expedição que precisa ser aprimorada é a decisão do recurso utilizado para realizar as entregas, de modo a reduzir o custo ao máximo. É na resolução deste problema que o presente trabalho irá focar.

Essa decisão é feita manualmente utilizando ferramentas online para calcular a distância e o tempo de chegada (Google Maps e Waze). Deve-se atentar também às diversas restrições para realizar a entrega, como tamanho do pedido, forma de pagamento (pagamentos feitos no momento da entrega duram mais tempo), período da entrega (tarde ou noite), entre outras.

Em relação aos recursos disponíveis para realizar a entrega, dois eram utilizados pela empresa quando este trabalho começou a ser desenvolvido: transportadora A², que utilizava carros com porta-malas refrigerado para realizar as entregas, e um motoqueiro contratado (funcionário próprio).

Como a oscilação do número de pedidos é muito grande, em alguns dias o motoqueiro próprio era capaz de realizar todas as entregas, porém muitas das vezes era necessário contratar

² O nome da transportadora foi preservado por motivos de confidencialidade

a transportadora. No entanto, não há uma formalização em relação a distribuição das entregas entre essas duas opções.

A realização dessa atividade de maneira manual, além de não minimizar o custo, pode gerar erros na entrega devido às diversas restrições e peculiaridades que essa atividade possui. Este trabalho terá como objetivo fazer uma análise sobre as opções disponíveis no mercado para minimizar o custo de frete da CongeladosCo.

1.3. MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

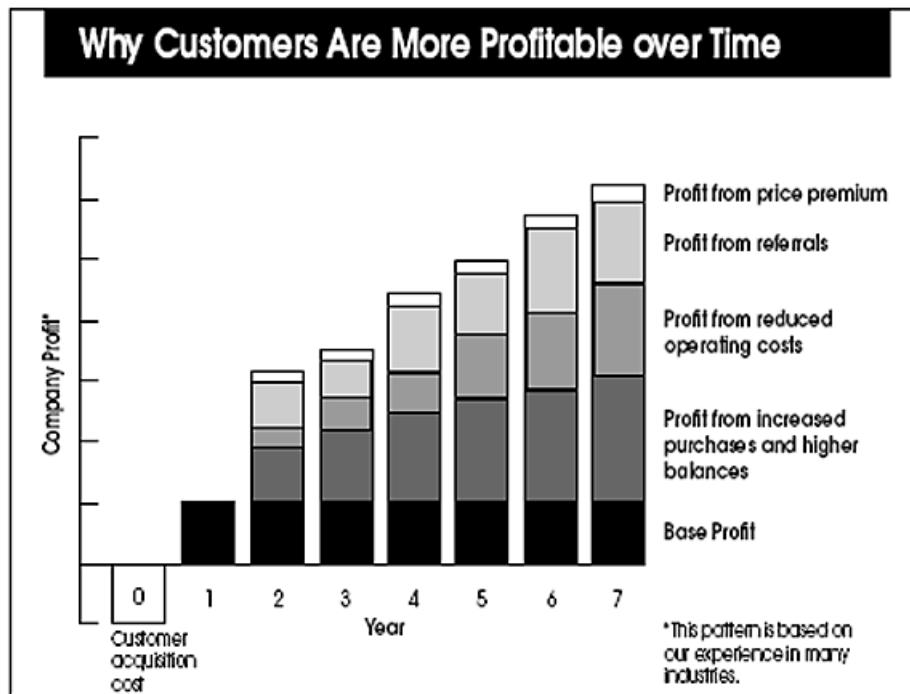
A motivação deste trabalho surgiu do estágio realizado pelo autor na empresa em estudo no ano de 2016. Resolver o problema descrito era a função do autor durante esse período e, portanto, as soluções encontradas deveriam ser aplicáveis e realmente melhorar o processo de expedição atual da empresa.

1.4. RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Por meio da Cadeia de Lucro de Serviço, ou *Service Profit Chain*, Heskett *et al.* (1994) afirmaram que a satisfação do consumidor conduz à sua lealdade e, a lealdade dos consumidores irá conduzir ao lucro e crescimento da empresa.

Segundo a consultoria Bain&Company, as empresas podem aumentar o seu lucro em 100% retendo 5% mais clientes do que o atual (REICHHELD, 1990). Além disso, o autor também afirmou que o custo para conquistar o primeiro cliente é muito maior do que o custo para mantê-lo em sua base. Logo, as empresas devem dedicar grande parte de seus esforços em satisfazer seus clientes atuais e não em buscar novos clientes.

Gráfico 2 – Evolução do lucro de uma empresa por consumidor



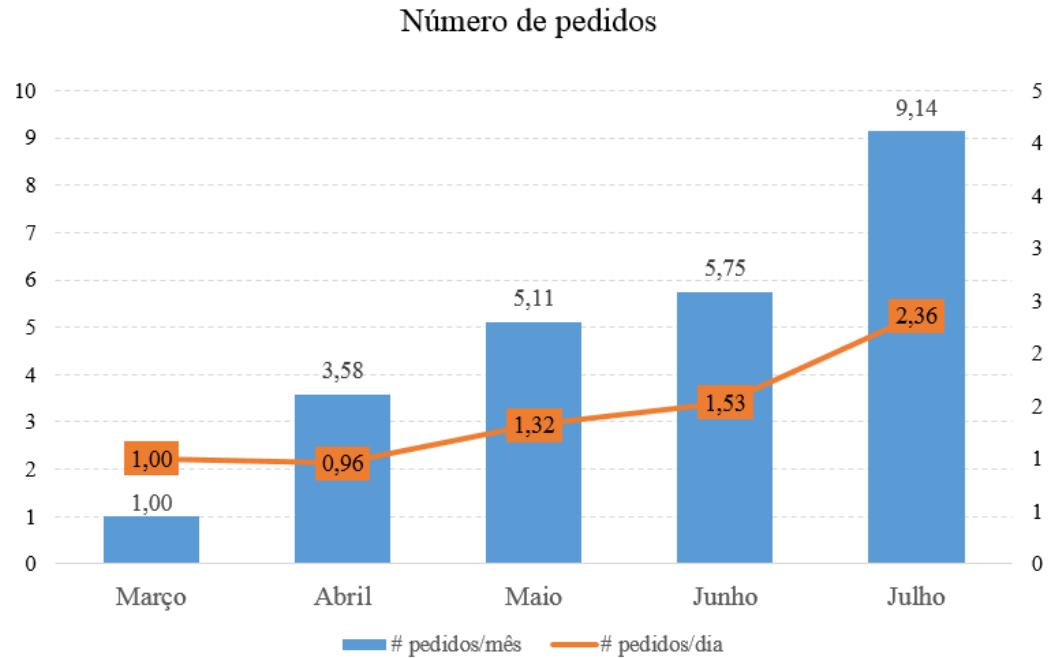
Fonte: Reichheld e Sasser (1990)

Como o presente trabalho é referente a um startup e, portanto, não possui uma base de clientes significativa, pode-se afirmar que tanto a conquista de novos clientes, quanto a retenção deles são atividades de extrema importância.

Por isso, é essencial que a entrega seja feita corretamente para manter o cliente em sua base e, conforme mostra o gráfico, permitir que o valor desembolsado aumente ao passar do tempo.

No entanto, a CongeladosCo tem enfrentado problemas devido ao aumento rápido do número de pedidos a serem entregues por dia.

Gráfico 3 - Evolução do número de pedidos da CongeladosCo desde o início das operações²



Fonte: Adaptado de CongeladosCo (2016)

Conforme visto no gráfico, o número de pedidos por dia aumentou em 136% desde março e, como a empresa está no início das suas operações, ela tem um processo estruturado de expedição. Isso implica em um aumento no número de entregas erradas e pode gerar insatisfação por parte dos clientes.

Além de garantir que a entrega seja feita da maneira correta, é necessário que o seu custo não seja elevado. Atualmente, a CongeladosCo realiza entregas na cidade de São Paulo, região do ABC, Osasco e Barueri. Os valores de frete da empresa são mostrados na tabela a seguir

Tabela 2 – Preços do frete da CongeladosCo

Região	Preço
Cidade de São Paulo	R\$ 10,90
ABC	R\$ 15,90
Osasco	R\$ 15,90
Barueri	R\$ 15,90

Fonte: Adaptado de CongeladosCo (2016)

Apesar de cobrar esse valor de seus clientes, o custo real dessas entregas é muito mais alto, ou seja, cada entrega realizada pela empresa implica em uma diminuição da sua margem de lucro nos produtos vendidos.

Esses custos serão detalhados mais a frente neste trabalho, porém para se ver o quanto mais alto é o custo em relação ao valor cobrado, é mostrado abaixo o preço cobrado por uma transportadora para realizar entregas saindo da sede da CongeladosCo em cada uma das regiões mostrada anteriormente.

Tabela 3 – Preços do frete de uma transportadora

Região	Preço
Cidade de São Paulo	Depende do CEP
ABC	R\$ 23,00
Osasco	R\$ 28,00
Barueri	R\$ 28,00

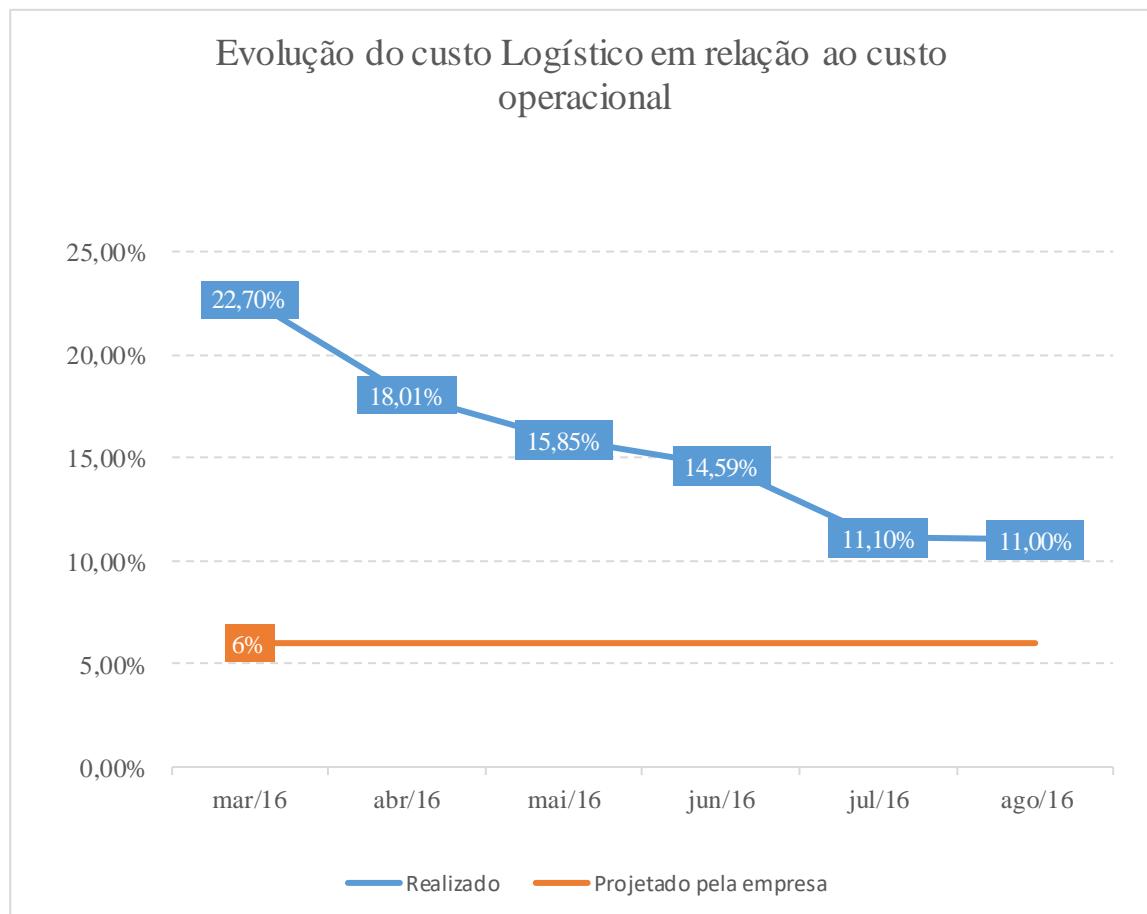
Fonte: Adaptado de CongeladosCo (2016)

Além dessa diminuição da margem, é importante destacar a significância que os custos logísticos possuem dentro de uma empresa de e-commerce, em especial em uma startup. Quando uma empresa está em um momento de crescimento intenso, como é o caso da empresa em estudo neste trabalho, esses custos possuem uma representatividade muito alta. Isso ocorre pois no início das operações não há ganhos de escala e, portanto, cada entrega possui um impacto significativo na receita da empresa. Logo, é de extrema importância que a

CongeladosCo se atente a esse custo e busque esse ganho de escala, para que a sua representatividade seja cada vez menor conforme a empresa cresce.

O gráfico a seguir mostra a evolução do percentual do custo logístico em relação ao custo operacional da CongeladosCo, desde o início de suas operações até o mês de agosto. Pode-se notar a queda significativa desse percentual, e a CongeladosCo espera diminuí-lo ainda mais com o ganho de escala da operação. Por isso é essencial que seja feita uma análise detalhada desse custo, buscando minimizá-lo ao máximo.

Gráfico 4 – Evolução do custo logístico em relação ao custo operacional



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Com o objetivo de orientar o leitor sobre como o trabalho está estruturado, esta seção irá descrever qual o conteúdo de cada capítulo.

- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica. Nesta seção serão apresentados os conceitos utilizados no desenvolvimento deste trabalho, como decisões de transporte, os métodos de roteirização e as abordagens disponíveis na literatura sobre avaliação multicriterial.
- Capítulo 0 – Metodologia. É neste capítulo que será descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho.
- Capítulo 4 – A operação da CongeladosCo. Nesta seção será apresentada como está funcionando atualmente as operações da empresa em estudo. Serão mostrados gráficos para dar uma dimensão do tamanho da operação, assim como os recursos utilizados para realizar as entregas e o custo envolvido. É nessa seção do trabalho que os critérios que serão avaliados para cada uma das opções de transporte serão apresentados, assim como a sua priorização e definição dos seus pesos relativos.
- Capítulo 0 – Alternativas de transporte. Aqui serão descritas todas as opções de transporte que serão avaliadas no trabalho. Também neste capítulo será feita a avaliação destas opções em relação aos critérios qualitativos levantados no capítulo 4 do trabalho.
- Capítulo 6 – Avaliação de custo das opções. Neste capítulo do trabalho será feita uma simulação com base nas entregas realizadas no mês de agosto pela empresa como se todas elas fossem realizadas pela opção de transporte em questão. Ao fim de cada subcapítulo desta seção, é apresentado o custo total envolvido na simulação.
- Capítulo 7 – Análise dos resultados. No capítulo 7 será feita uma análise dos resultados obtidos nas seções 6 e 7. Com base nessas análises, serão feitas algumas conclusões, mas que serão mais detalhadas no final do trabalho.
- Capítulo 8 – Simulação futura de custo. Neste capítulo, será feito o mesmo procedimento dos capítulos 6 e 7, mas para as entregas do mês de setembro, uma vez que durante o desenvolvimento deste trabalho, foi possível se obter mais dados para se fazer a análise. O resultado obtido será analisado no próprio capítulo.

- Capítulo 9 – Conclusão. Por fim, o trabalho será concluído e será apresentada uma ferramenta desenvolvida pelo autor, que servirá de apoio aos gestores da empresa em estudo para a tomada de decisão de transporte no dia-a-dia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo desse capítulo é criar referências para o desenvolvimento do trabalho por meio da descrição dos principais conceitos e métodos relacionados aos temas relacionados sob a ótica de diferentes autores.

2.1. DECISÕES DE TRANSPORTE

O objetivo principal dos transportes é a movimentação de produtos, seja matéria-prima, componentes ou produto acabado para destinos específicos, ou seja, o seu principal valor é a movimentação de produtos em toda a cadeia de suprimentos (FERNANDES, 2008). Ainda segundo o autor, a maioria das atividades não aconteceria sem um transporte confiável. Ele consome recursos de tempo, financeiro e ambientais e por isso exigem profissionais estratégicos para gerenciá-los de maneira eficiente.

Segundo Ballou (2001), a decisão do transporte é uma área-chave dentro da logística de uma empresa pois absorve, em média, a porcentagem mais elevada dos custos logísticos. As principais formas das decisões de transporte são: a seleção do modal, a roteirização do transportador, a consolidação do embarque e a programação de veículos. Ballou (2001) apresenta diversos métodos para tratar dessas importantes decisões.

Ainda segundo Ballou (2001), existem diversas características do serviço de transporte que devem ser levadas em consideração no momento da sua escolha, mas elas não são da mesma importância e variam de acordo com a estratégia da companhia. De acordo com as pesquisas que classificam essas características, o custo, a velocidade e a confiabilidade são os fatores mais importantes. Abaixo, são mostradas as principais características de transporte:

- Velocidade
- Confiabilidade
- Capacidade
- Disponibilidade e adequação do equipamento
- Disponibilidade do serviço
- Frequência do serviço
- Segurança

- Administração de reclamações
- Rastreamento do embarque
- Assistência na solução de problemas

Dadas as alternativas, o serviço escolhido será aquele que oferece o menor custo total e satisfaz as metas de serviço ao cliente.

Ballou (2001) ainda afirma a necessidade de avaliar os efeitos indiretos que a escolha do transporte tem em custos de estocagem e na fidelidade que os membros dos canais logísticos recebem pelo desempenho oferecido. Há alguns fatores que algumas vezes não estão nem sob o controle do tomador de decisões, como:

- 1) A disponibilidade do conhecimento razoável dos custos de cada parte. Essa informação pode incentivar a cooperação eficaz entre comprador e fornecedor.
- 2) Havendo um concorrente no canal de distribuição, ambas as partes devem buscar otimizar as compensações dos custos dos serviços de transporte
- 3) Para determinar a fidelidade ao fornecedor, um comprador deve considerar o seu preço, pois este pode estar oferecendo um serviço de melhor qualidade que o seu concorrente e, por isso, possui um preço mais elevado.
- 4) Alguns fatores, como mudanças na taxa do transporte, na variedade do produto e no custo do estoque, adicionam um elemento dinâmico ao problema e que não é considerado diretamente.
- 5) Os efeitos indiretos da escolha do transporte nos estoques do fornecedor não são avaliados, podendo haver um ajuste no preço do serviço oferecido como reflexo disto.

2.2. ROTEIRIZAÇÃO

O termo roteirização de veículos é utilizado para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou sequências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, buscando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que precisam de atendimento (CUNHA, 2000).

Segundo Laporte *et. al.* (2000) *apud* (Cunha, 2000) o problema da roteirização de veículos consiste em definir roteiros em que o custo total seja minimizado e que assegure que todos os pontos sejam visitados uma vez sem exceder a capacidade do veículo.

Existem diversas variações de problemas de roteirização, mas podemos reduzir a alguns tipos principais: o problema de encontrar um trajeto através de uma rede na qual o ponto de origem seja diferente do ponto de destino, o problema de múltiplos pontos de origem e pontos de destino e o problema de roteirização quando os pontos de origem e destinos são coincidentes (BALLOU, 2001).

2.2.1. Tipos de problema de roteirização

A) Um ponto de origem e um ponto de destino diferentes

Segundo Ballou (2001), o método mais simples e mais direto para resolver o problema de roteirização de uma rede para esse caso talvez seja o método da rota mais curta. Para resolvê-lo, Ballou (2001) propõe o seguinte procedimento:

- Inicialmente, todos os nós são considerados não-resolvidos, ou seja, não estão com uma rota definida. Apenas a origem é um nó resolvido, pois será utilizada como ponto de partida.
- Partindo da origem, deve-se encontrar o n-ésimo nó mais próximo da origem.
- O nó escolhido passa então a ser considerado como um nó resolvido.
- Cada nó resolvido que está diretamente conectado a um ou mais nós não resolvidos fornece um candidato. Os empates fornecem candidatos adicionais.
- Repetindo esse procedimento para todos os nós na rede, será encontrado o caminho com a menor distância total.

B) Pontos de origem e destino múltiplos

Esse tipo de problema geralmente ocorre quando há mais de um fornecedor ou armazém para servir diversos clientes e pode ser mais complexo quando há uma restrição de demanda total de cliente. Para resolver esse problema, é necessário primeiramente atribuir os destinos às fontes para posteriormente encontrar as melhores rotas entre eles. Segundo Ballou (2001), para encontrar a solução deste tipo de roteirização, utiliza-se uma classe especial de programação linear, conhecida como método de transporte.

C) Pontos de origem e destino coincidentes

O problema de roteirização que deve retornar a sua origem depois de percorrer todos os pontos normalmente é conhecido como o problema do caixeiro viajante (ou “*travelling salesman problem*”).

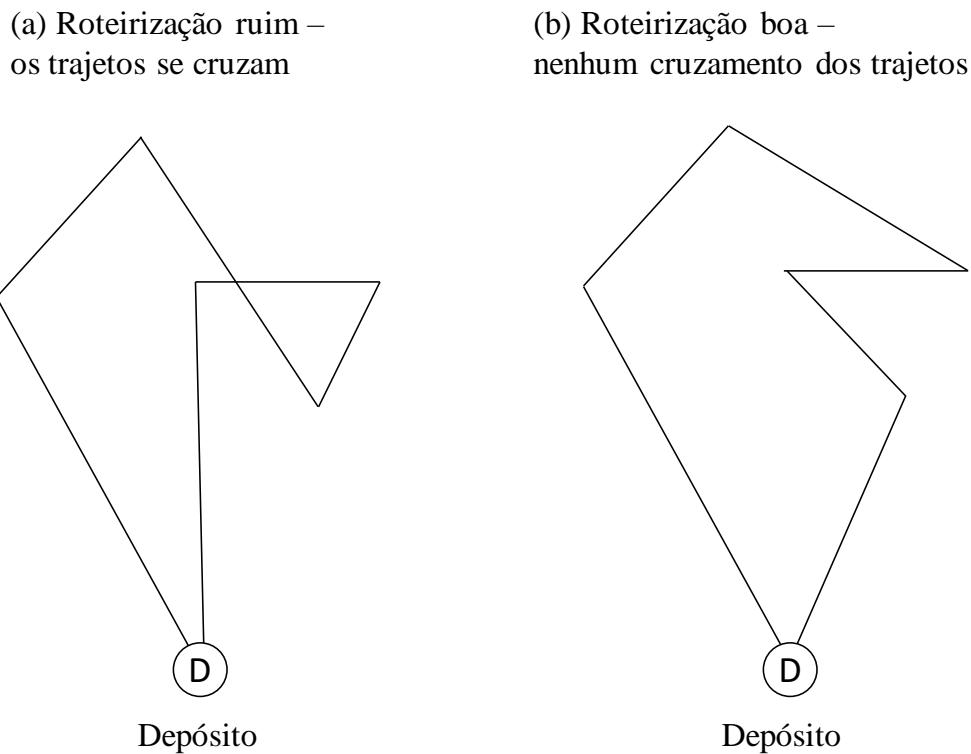
Ele foi o primeiro método a ser estudado para resolver os problemas de roteirização e consiste em encontrar o roteiro ou sequência de pontos a serem percorridos de modo a minimizar o tempo ou a distância total do percurso, garantindo que cada ponto seja visitado exatamente uma vez (CUNHA, 2000).

Segundo Cunha (2000), novas restrições estão sendo incorporadas ao problema do caixeiro viajante de modo a representar os desafios enfrentados pelas empresas de maneira mais fiel, como restrições de horário de atendimento, capacidades dos veículos, frota composta por veículos de diferentes tamanhos e duração máxima dos roteiros.

No entanto, segundo Ballou (2001), encontrar essa solução não tem sido prático para os problemas que contêm muitos pontos. O tempo computacional em métodos de otimização é demasiado longo para muitos problemas reais. Isso ocorre pois, sob a ótica da otimização, os problemas de roteirização de veículos pertencem à categoria conhecida como NP-difícil, ou seja, o esforço computacional para a sua resolução cresce exponencialmente com o tamanho do problema (CUNHA, 2000).

Portanto, os procedimentos cognitivos e heurísticos de solução tem sido boas alternativas para resolver esse tipo de problema. Segundo Ballou (2001), boas soluções para os problemas do caixeiro viajante de tamanho realísticos podem ser encontradas usando as potencialidades de reconhecimento de padrões da mente humana. Por exemplo, sabemos que boas sequências de paradas não se cruzam e que a forma da rota irá geralmente abaular ou assumir uma forma de gota. Abaixo está ilustrado um exemplo de rota boa e ruim.

Figura 3 - Exemplos de sequências de paradas boas e ruins



Fonte: Ballou (2001)

2.2.2. Princípios para uma boa roteirização

Ballou (2001) propõe oito princípios como diretriz para desenvolver boas rotas e programas:

- A) Carregar caminhões com volumes de paradas que estão próximas entre si a fim de minimizar o tempo total do trajeto da rota
- B) As paradas em dias diferentes devem ser segmentadas em roteirização e programação separados.
- C) A construção de rotas será mais eficiente se for iniciada pela parada mais distante do depósito.
- D) A sequência de paradas deve ser agrupada de forma que nenhum trajeto se cruze, formando um padrão de gota d'água.
- E) Os maiores veículos devem ser alocados primeiro, pois as rotas mais eficientes são construídas utilizando veículos com maior capacidade.
- F) As coletas devem ser feitas durante as entregas em vez de serem deixadas para o final das rotas. Com isso, a quantidade de cruzamentos de trajeto que podem acontecer serão minimizadas.
- G) Paradas isoladas dos conjuntos de parada são boas candidatas para um meio alternativo de entrega, principalmente aquelas com volumes baixos.
- H) As limitações das janelas de tempo estreitas devem ser evitadas, pois podem forçar a sequência de paradas para longe dos padrões ideais.

2.2.3. Métodos para roteirização

Ballou (2001) analisa dois métodos para resolver os problemas de roteirização, que se tornam cada vez mais complexos na medida que novas restrições são adicionadas (janelas de tempo, capacidades diferentes dos veículos, tempo total, velocidades diferentes em cada zona, barreiras de viagem, entre outras).

A) Método da varredura

Segundo Novaes (2007), o método da varredura é um método simples e de rápida aplicação que busca obter a solução do problema em duas etapas distintas: a primeira, que visa agrupar os pontos segundo algum critério de proximidade, e a segunda, em que cada grupo é

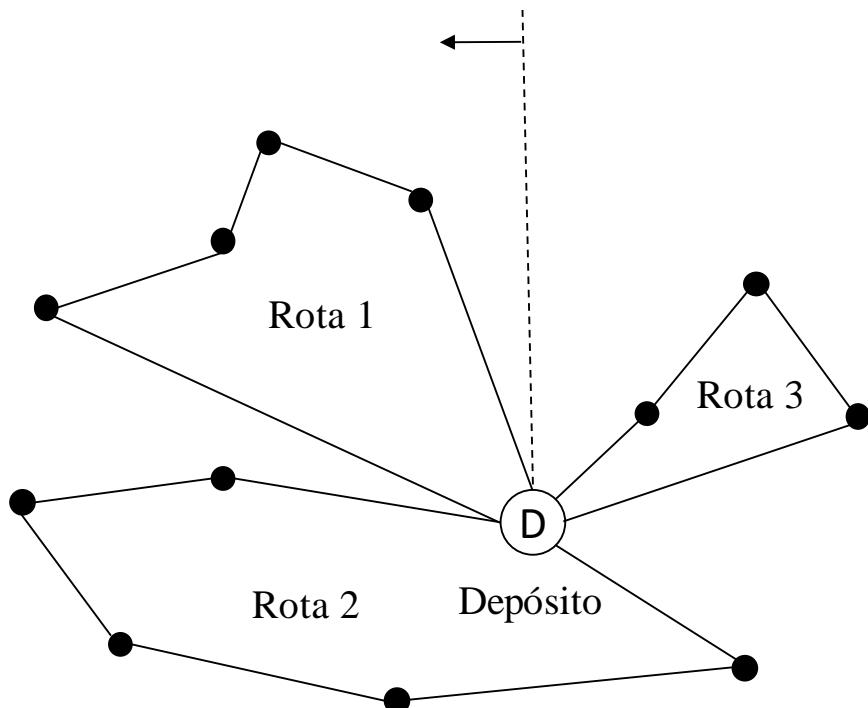
solucionado independentemente. Essa separação do processo em dois estágios torna as questões de tempo total de uma rota e janelas de tempo difícil de serem manipuladas (BALLOU, 2001)

Segundo Ballou (2001), o erro médio produzido por esse método é de aproximadamente 10%. Este erro, segundo o autor, pode ser considerado aceitável quando os resultados devem ser obtidos em pequenos pedidos.

Ballou (2001) descreve o método da varredura da seguinte maneira:

- Localize todas as paradas incluindo os depósitos em um mapa ou em uma grade.
- Estenda uma linha do depósito em qualquer direção
- Gire a linha em algum sentido (horário ou anti-horário) até que cruze uma parada.
- Se a capacidade do veículo não for excedida, prossiga com a rotação até a próxima parada ser cruzada.
- Quando a capacidade máxima for excedida, exclua o último ponto cruzado e comece uma nova rota.
- Prossiga dessa maneira até que todos os pontos estejam atribuídos às rotas.

Figura 4 - Solução do método da varredura



Fonte: Ballou (2001)

B) Método das economias

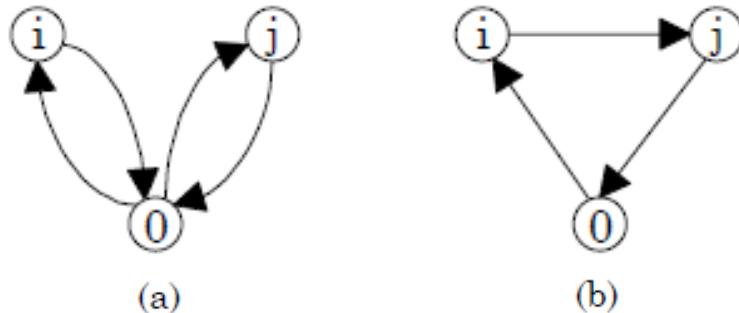
O método das economias proposto por Clarke-Wright permite que uma ampla faixa de restrições práticas seja incorporada com relativa rapidez ao problema de roteirização.

O método das economias é um algoritmo heurístico e, portanto, não resulta na solução ótima do problema. Porém, segundo Ballou (2001), as comparações com soluções ótimas de problemas de tamanho reduzido mostraram que o método das economias costuma resultar em soluções que são, em média, 2% acima da ótima.

Segundo Ballou (2001), o objetivo deste método é reduzir a distância total percorrida por todos os veículos e minimizar indiretamente o número dos veículos necessários para servir todas as paradas.

O conceito básico ao redor desse método, segundo Lysgaard (1997), é maximizar as economias ao juntar duas rotas em uma só, conforme é mostrado na Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Ilustração do método das economias



Fonte: Lysgaard (1997)

Os pontos i e j são visitados separadamente em um primeiro momento (figura a). Porém, os dois pontos podem ser visitados em uma única rota, conforme mostra a figura b. A distância economizada pela combinação dos dois pontos é calculada para todas as combinações de pares de parada e aquele com maior valor das economias é selecionado para ser combinado. O processo iterativo continua até que todas as paradas sejam consideradas.

Segundo Ballou (2001), essa abordagem não garante uma solução ótima, mas possibilita encontrar uma boa solução dada a complexidade do problema.

2.3. AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO NA TOMADA DE DECISÕES

Segundo Marins *et al.* (2009), uma decisão pode ser entendida como um processo de análise e escolha entre diversas alternativas disponíveis. Com o aumento na quantidade de informação disponível para se tomar uma decisão, esse processo tem se tornado vez mais complexo e, com isso, surgem diversas técnicas para auxiliar os gestores no momento da tomada de decisão.

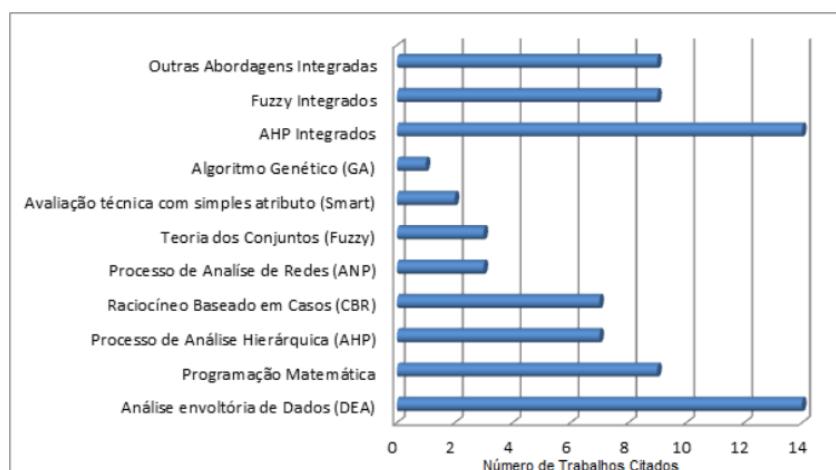
Os métodos multicritérios surgiram na década de 70 com o objetivo de agregar valor na tomada de decisão, uma vez que permitem a abordagem de problemas complexos e transmitem clareza e transparência ao processo (MARINS, 2009).

Antes de seu surgimento, os processos de tomada de decisão eram auxiliados por métodos de otimização, que se baseiam em equações de programação matemática e se limitam a solucionar apenas uma função objetivo (MOREIRA, 2007 apud COSTA, 2014).

Ho et al. (2010) apud Prado (2011) fez um estudo sobre a utilização de técnicas de avaliação multicritério no contexto de seleção e avaliação de fornecedores. No trabalho de Prado (2011) foi escolhida a abordagem *MCDA* para resolver o problema, pois, segundo Sonmez (2006) apud Prado (2011), essa foi a abordagem mais utilizada para seleção de fornecedores.

No Gráfico 5 é mostrado o resultado do trabalho de Ho et al. (2010) apud Prado (2011), em que foram levantadas as abordagens multicritérios mais utilizadas entre 2000 e 2008 para seleção de fornecedores.

Gráfico 5 – Tipos de abordagem multicritério publicadas entre 2000 e 2008



Fonte: Ho et al. (2010) apud Prado (2011)

Outras técnicas de avaliação multicritério são usadas no contexto de avaliação e gestão de portfólio. Salerno (2015) discute algumas dessas técnicas em projetos de inovação radical, onde as incertezas envolvidas são maiores.

Segundo Salerno (2015), técnicas quantitativas possuem uso limitado e não são muito pertinentes em situações de maior incerteza. Elas podem ser classificadas como: Alinhamento com a Estratégia; *Scores* (métodos de pontuação) e Listas de Verificação (*check list*)

Neste trabalho, serão mostrados alguns métodos qualitativos de pontuação (*score*). Esses métodos são utilizados na avaliação de portfólio de projetos e baseiam-se em questões predefinidas que devem ser respondidas principalmente por especialistas de tecnologia, de negócios e com experiência de avaliação (SALERNO, 2015).

A Tabela 4 a seguir apresenta um resumo das vantagens e desvantagens dos métodos de pontuação.

Tabela 4 – Vantagens e desvantagens dos métodos de pontuação

Vantagens	Desvantagens
Ênfase reduzida em projetos financeiros	Podem sugerir uma realidade fictícia: as pontuações não possuem um significado em si
Capturam múltiplos objetivos	Nota alta em algum quesito induz a notas altas em outros quesitos (Efeito "halo")
Simplificam o problema de priorização	A credibilidade da decisão tende a ser menor (quando comparada a decisões baseadas em critérios financeiros)
Força os envolvidos a fazer a análise sob múltiplos aspectos	
Bom veículo para diagnosticar pontos fortes e pontos fracos	

Fonte: Adaptado de Salerno (2015)

2.3.1. Método AHP (Analytic Hierarchy Process)

O método mais utilizado e conhecido no apoio de tomada de decisão multicritério é o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), que foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70.

Esse método não possui uma única solução como objetivo, mas é uma ferramenta importante para auxiliar gestores e profissionais no processo de tomada de decisão, tornando

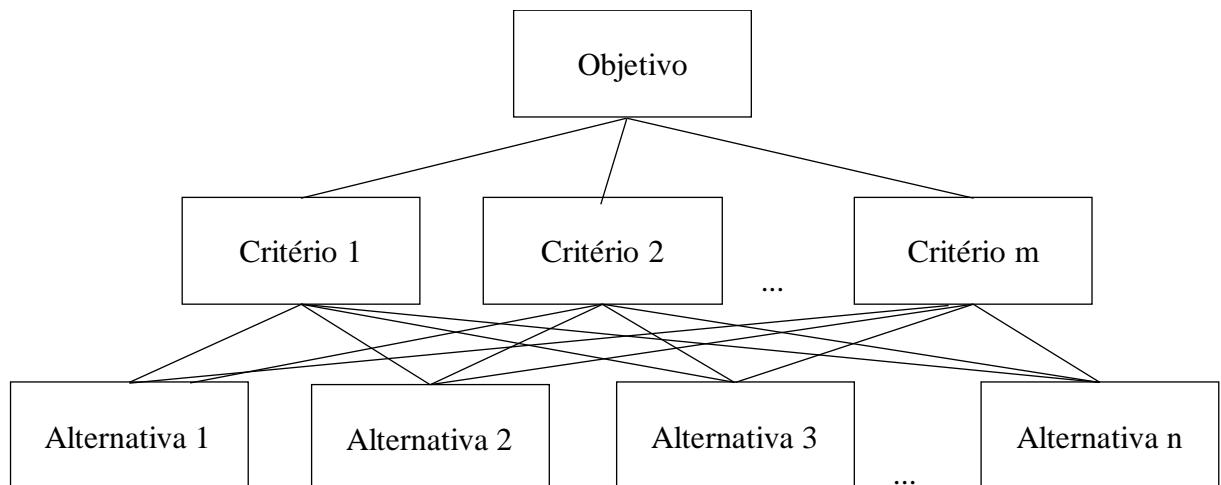
explícitas algumas ações que podem ser eficazes na resolução de um determinado problema (COSTA, 2014).

Segundo Saaty (2008), para se tomar uma decisão de maneira organizada com o objetivo de gerar prioridades, é necessário decompor a decisão nos seguintes passos:

1. Definir o problema e determinar o conhecimento procurado.
2. Estruturar a hierarquia de decisão a partir do objetivo da tomada de decisão sob uma perspectiva ampla (critérios em que elementos subsequentes dependem), até o nível mais baixo, que é normalmente um conjunto de alternativas.
3. Construir uma matriz de comparação entre os critérios um a um.
4. Usar as prioridades obtidas a partir das comparações para criar pesos relativos entre os critérios.

Segundo Marins *et al.* (2009), o problema a ser resolvido deve ser estruturado em níveis hierárquicos, facilitando a sua compreensão e avaliação. O primeiro nível da hierarquia deve corresponder ao propósito geral do problema, o segundo deve conter os critérios utilizados na análise e, por fim, as alternativas de solução. A Figura 6 abaixo representa a estrutura hierárquica básica do método AHP.

Figura 6 – Estrutura hierárquica básica do método AHP



Fonte: Adaptado de Marins (2009)

Segundo Bornia e Wenke (2001), a estruturação do problema em níveis hierárquicos permite a visualização do sistema e de seus componentes como um todo, assim como as suas interações e seus impactos.

A próxima etapa do método AHP para tomada de decisão multicritério é a definição de prioridades relativas entre os critérios escolhidos. Segundo Saaty (2008), para se fazer

Tabela 5 – Escala numérica de Saaty

Intensidade da importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraca ou ligeiramente mais importante	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento um pouco mais a favor de um critério em relação a outro
4	Moderadamente mais importante	
5	Mais importante	Experiência e julgamento mais a favor de um critério em relação a outro
6	Importância demonstrada	
7	Fortemente mais importante	Um critério é muito mais importante em relação a outro. A sua dominância é demonstrada na prática
8	Muito mais importante	
9	Extremamente mais importante	A evidência favorecendo um critério em relação a outro é da mais alta ordem possível de afirmação

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

comparações, é necessário construir uma escala de números que indiquem quantas vezes mais importante ou dominante um elemento é em relação a outro. A Tabela 5 abaixo mostra essa escala de comparação

Segundo Marins *et al.* (2009), “a quantidade de julgamentos necessários para a construção de uma matriz de julgamentos genérica A é $n(n-1)/2$, onde n é o número de elementos pertencentes a essa matriz”. Os elementos de A são:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde } \begin{aligned} a_{ij} > 0 &\rightarrow \text{positiva} \\ a_{ij} = 1 &\therefore a_{ji} = 1 \\ a_{ij} = 1/a_{ji} &\rightarrow \text{recíproca} \\ a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} &\rightarrow \text{consistência} \end{aligned}$$

Na Tabela 6 é mostrado um exemplo de comparação de critérios utilizados para se selecionar o melhor emprego (os critérios considerados foram: flexibilidade, oportunidade, segurança, reputação e salário).

Tabela 6 - Comparação de critérios em relação ao objetivo principal

	Flexibilidade	Oportunidade	Segurança	Reputação	Salário	Prioridades
Flexibilidade	1	1/4	1/6	1/4	1/8	0,036
Oportunidade	4	1	1/3	3	1/7	0,122
Segurança	6	3	1	4	1/2	0,262
Reputação	4	1/3	1/4	1	1/7	0,075
Salário	8	7	2	7	1	0,506

Fonte: Adaptado de Saaty (2008)

O cálculo da coluna “prioridades” é feito através da soma dos elementos de cada coluna e divisão dos elementos de cada coluna das matrizes pelo somatório dos valores da coluna em questão. Pode-se notar, ao analisar a Tabela 6, acima que o critério de maior prioridade determinado foi o Salário (prioridade 0,506).

Após essa etapa, é feito o cálculo das prioridades médias locais, que são as médias das linhas dos quadros normalizados e das prioridades globais, que são as prioridades associadas a cada alternativa em relação ao objetivo principal. (MARINS, 2009).

Por fim, é necessário verificar a consistência dos dados por meio do cálculo do índice de inconsistência. Segundo Alarcon (2011), essa etapa da metodologia AHP contribui para que as decisões tomadas sejam coerentes e pode atuar como um mecanismo de feedback para os tomadores de decisão revisarem seus julgamentos.

Segundo Vargas (2010), o índice de inconsistência (CI) pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Na fórmula (1), n é o número de critérios e λ_{\max} é a soma da multiplicação das prioridades pelo somatório de cada coluna. Para o exemplo mostrado na Tabela 6, $\lambda_{\max} = 0,036*23 + 0,122*11,58 + 0,262*3,75 + 0,075*15,25 + 0,506*1,91 = 5,33$.

Para verificar se o índice de inconsistência é adequado, é feito o cálculo da taxa de inconsistência, que é razão entre o índice de inconsistência e o índice de consistência aleatória (VARGAS, 2010). O índice de consistência aleatória (RI) tem como base o número de critérios avaliados e varia segundo a mostrada a seguir.

Tabela 7 – Tabela de índices de consistência aleatória

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Vargas (2010)

Amatrix de comparação de critérios será considerada consistente se a razão CI/RI for menor do que 10%.

2.3.2. Outros modelos de pontuação

Salerno (2015) mostra outros modelos de pontuação que foram utilizados em algumas empresas. Na Tabela 8 é mostrado o modelo de pontuação da Celanese, em que os projetos são priorizados até o limite do orçamento, e na Tabela 8 é mostrado o modelo de pontuação de projetos da DuPont.

Tabela 9 – Modelo de pontuação da Celanese

Fatores	1	4	7	10	Nota	Comentários
Probabilidade de sucesso técnico	<20%	40%	70%	>90%		
Probabilidade de sucesso comercial	<25%	40%	75%	>90%		
Recompensa	Pequena/ break even	Payback > 7 anos	Payback = 5 anos	Payback <3 anos		
Encaixe com o negócio	Programa de P&D é independente da estratégia de negócio; baixo impacto SBU	Suporta de alguma forma a estratégia da unidade de negócio; impacto moderado	Suporta a estratégia SBU; impacto moderado	Suporta fortemente as estratégias SBU; alto impacto		
Alavancagem estratégica	Único/ Sem saída	Várias oportunidades para extensão de negócio	Oportunidades para transferir para outras unidades de negócio	Ampla gama de oportunidades proprietárias		

Fonte: Salerno (2015)

Tabela 8 – Modelo de pontuação de projetos da Dupont

Fatores	15	5	17
Alinhamento Estratégico	Encaixa na estratégia	Suporta	Neutro
Valor	Diferenciação significativa	Moderado	Pequeno
Vantagem Competitiva	Forte	Moderada	Pequena
Atratividade do mercado	Altamente lucrativo	Moderadamente lucrativo	Baixa lucratividade
Encaixe na cadeia de suprimento existente	Encaixa nos canais atuais	Alguma mudança, não significativa	Mudança significativa
Tempo para break even	< 4 anos	4-6 anos	> 6 anos
VPL	> \$20MM	\$4-\$20MM	< \$5MM

Fonte: Goffin e Mitchell (2010, p. 2005) apud Salerno (2015)

Segundo Salerno (2015), o modelo da DuPont mostrado na Tabela 9 pode ajudar a mitigar eventuais críticas a métodos qualitativos, uma vez que são colocadas questões relativas à percepção de desempenho de cada projeto.

3. METODOLOGIA

Tendo em vista os conceitos apresentados no capítulo 2, será feita uma análise das entregas feitas pela CongeladosCo no mês de agosto e serão projetados modelos utilizando diferentes opções de transporte.

Do dia 4 de agosto ao dia 31 de agosto, o autor deste trabalho observou as entregas que deveriam ser feitas todos os dias na CongeladosCo. Como a empresa não possui nenhum tipo de formalização do meio de transporte a ser escolhido, durante esse mês a companhia concentrou os seus esforços em realizar todas as entregas, sem necessariamente minimizar o custo envolvido.

No trabalho, serão considerados não somente os custos envolvidos na operação, mas também outras características de cada uma das opções.

A metodologia empregada para a resolução do problema identificado consiste em quatro etapas, que estão descritas a seguir.

1. Descrição das operações da CongeladosCo.
 - a. Descrição geral das operações da CongeladosCo, explicando como o processo de expedição está ocorrendo atualmente na empresa.
 - b. Definição dos critérios que serão analisados e sua priorização. Nessa etapa, será utilizado o método AHP para priorizar os critérios escolhidos.
 - c. Tratamento e definição da base de dados que será utilizada para se fazer a análise de custo.
 - d. Recursos que foram utilizados no mês de análise e o custo envolvido na solução atual.
2. Identificação e descrição das opções de transporte disponíveis para a CongeladosCo. Descrever as diversas características relativas às opções de transporte. As opções de transporte consideradas neste trabalho foram (outras opções de transporte não foram analisadas com o intuito de criar limites de análise do presente trabalho):
 - a. Motoqueiro próprio
 - b. Transportadora A, que utiliza carros refrigerados para realizar as entregas.

- c. Empresa B³, um serviço de motoboy sob demanda que conecta motoboys a seus clientes.
 - d. Empresa C, principal concorrente da Empresa B. Possui um serviço similar, mas com características diferentes. Essas diferenças serão mais detalhadas adiante.
3. Avaliação do custo de cada uma das opções.
 - a. Com base no histórico de entregas realizadas, fazer uma análise de custo se todas as entregas tivessem sido feitas por cada uma das opções.
 4. Análise dos resultados com base no custo e nos outros critérios levantados.
 5. Simulação futura de custo.
 - a. A mesma simulação feita na avaliação de custo será repetida para um mês com maior número de entregas, com o objetivo de saber se o resultado obtido irá permanecer.
 6. Conclusão
 - a. Depois de aplicada a metodologia, serão feitas algumas considerações finais sobre o resultado obtido e a proposição de uma ferramenta de decisão com o intuito de auxiliar os gestores da CongeladosCo na decisão de transporte no dia-a-dia.

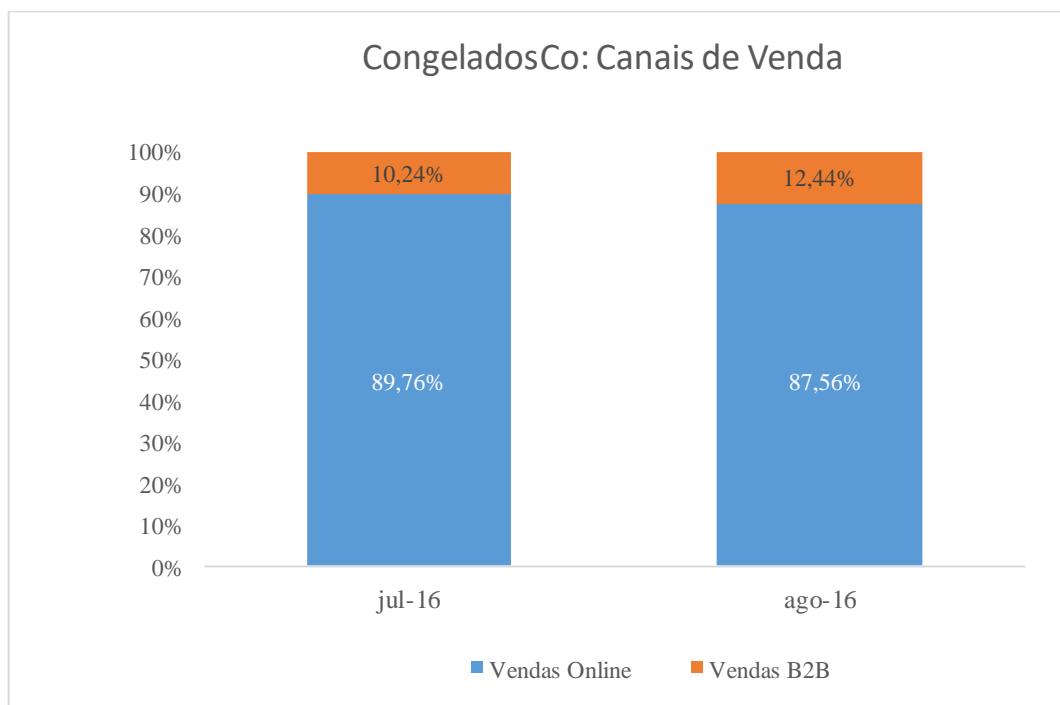
³ Os nomes da transportadora e das empresas foram ocultos por motivos de confidencialidade.

4. A OPERAÇÃO DA CONGELADOSCO

4.1. DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO

Quando este trabalho começou a ser desenvolvido, a CongeladosCo estava começando a desenvolver outros canais de venda, porém o mais representativo era o canal online. Durante o mês de julho, esse canal foi responsável por 89,76% das vendas e por 87,56% no mês de agosto, conforme mostra o Gráfico 6 a seguir.

Gráfico 6 – Proporção da receita entre os canais de venda da CongeladosCo



Fonte: CongeladosCo (2016)

O canal online é a principal fonte de receita da CongeladosCo, mas nesse canal de venda é importante que a logística seja feita de forma eficiente, pois em uma cidade como São Paulo o custo de entrega pode ser muito elevado.

Atualmente, a CongeladosCo permite que seus clientes agendem seus pedidos para o dia seguinte para compras feitas até as 21h00. A empresa viu nesse fator um diferencial em

relação ao mercado, uma vez que seus principais concorrentes entregam 2 dias após a realização da compra.

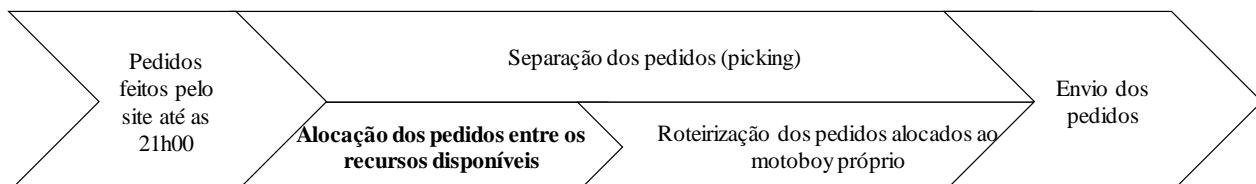
As entregas da CongeladosCo são feitas de segunda-feira a sexta-feira e os clientes também podem escolher entre o período da tarde (14h00-18h00) ou noite (19h00-23h00), sendo que, a partir do dia 8 de agosto, as entregas na sexta-feira somente são feitas no período diurno. Com isso, a empresa também busca se destacar no mercado, pois outras empresas do mesmo ramo realizam entregas apenas no período da tarde.

Diariamente, após as 21h00, é extraído um relatório do sistema com as entregas que devem ser feitas no dia seguinte. Os pedidos começam a ser separados (*picking*) na manhã do dia da entrega.

Enquanto os pedidos são separados pela equipe da CongeladosCo, deve-se decidir quais entregas devem ser alocadas para qual recurso. Atualmente, não há uma formalização de quais pedidos são entregues pela transportadora e quais são entregues pelo motoqueiro próprio. É esse o problema que o presente trabalho buscará resolver.

O fluxograma mostrado a seguir resume como estava funcionando o processo de expedição da CongeladosCo quando este trabalho começou a ser desenvolvido:

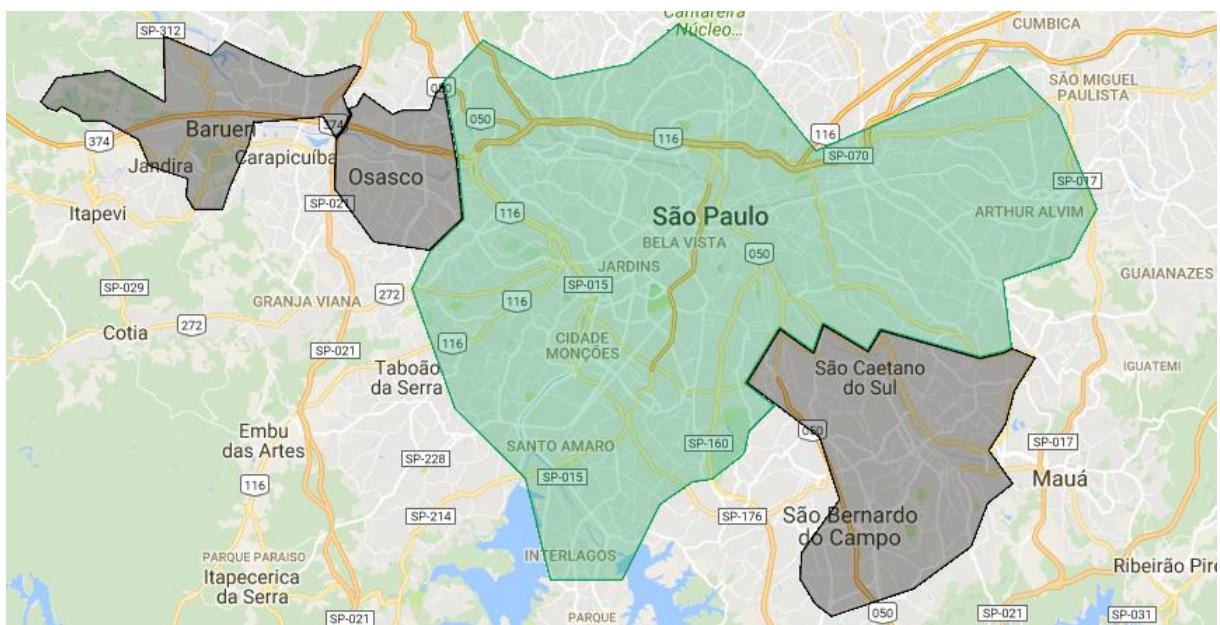
Figura 7 – Fluxograma do processo de expedição da CongeladosCo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Em relação a área de entrega, a CongeladosCo atualmente realiza entregas para a cidade de São Paulo, Santo André, São Bernardo, São Caetano, Osasco e Barueri. No entanto, esses municípios compreendem uma extensa área, incluindo regiões que os sócios da empresa julgam que não possuem o público alvo da CongeladosCo. Portanto, elas foram limitadas à seguinte área de entrega, conforme mostra a Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Área de entrega da CongeladosCo



Fonte: CongeladosCo (2016)

4.2. DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PRINCIPAIS

Conforme visto na revisão bibliográfica deste trabalho, existem diversos critérios que devem ser levados em consideração na decisão do transporte utilizado para se realizar as entregas de uma empresa. Segundo Ballou (2005), as principais características do transporte são: velocidade, confiabilidade, capacidade, disponibilidade e adequação do equipamento, disponibilidade do serviço, frequência do serviço, segurança, administração de reclamações, rastreamento do embarque e assistência na solução de problemas.

Porém, para cada empresa, existem diferenças na priorização dessas características ao se tomar a decisão do método de transporte utilizado. Por exemplo, empresas que possuem mercadorias de grande volume priorizam meios de transportes com alta capacidade para realizar suas entregas, enquanto para outras empresas esse critério pode não ser tão importante.

Portanto, nessa etapa do trabalho será feito um ranqueamento dos principais critérios que serão levados em consideração na decisão da opção de transporte a ser utilizada pela CongeladosCo. O método utilizado para esse ranqueamento será o mesmo descrito na revisão bibliográfica deste trabalho (método AHP).

Outros métodos também foram estudados como possibilidades, porém o método AHP foi julgado mais apropriado por ser amplamente utilizado em outros estudos publicados, e pelo fato do problema em questão não possuir um grande número de critérios, o que dificultaria a utilização dessa abordagem.

A primeira etapa deste método consiste na definição dos critérios que serão utilizados. Essa definição foi feita pelo autor do trabalho em conjunto com os sócios da CongeladosCo, que determinaram os principais critérios que devem ser analisados na decisão de transporte de acordo com o objetivo da empresa. Esses critérios são:

- Confiabilidade: mede o quanto confiável é a opção de transporte para concluir a entrega no endereço certo e com os produtos congelados.
- Custo: critério relativo ao custo total da opção de transporte
- Assistência na solução de problemas: esse critério diz respeito à facilidade para se resolver algum problema com a entrega
- Nível de serviço: é relativo à preparação dos entregadores na coleta e na entrega.
- Capacidade: capacidade máxima da opção de transporte
- Precisão do horário de entrega: quanto preciso é o horário de entrega previsto para atender a eventuais restrições de horário dos clientes.
- Velocidade: relativo ao tempo entre o momento que a opção de transporte é requisitada até o momento da entrega.
- Esforços de gestão: esse critério é relativo ao esforço envolvido na gestão da opção de transporte.

Após todos os critérios terem sido definidos, é necessário priorizá-los de acordo com a estratégia da companhia. O resultado da comparação entre os critérios e a sua priorização é mostrado na tabela XX a seguir.

Tabela 10 – Priorização dos critérios selecionados

	Confiabilidade	Custo	Assistência na resolução de problemas	Nível de serviço	Capacidade	Precisão de horário de entrega	Velocidade	Esforço de gestão	Prioridades
Confiabilidade	1	1/2	3	1/2	7	4	2	3	0,17
Custo	2	1	3	1	8	5	4	4	0,26
Assistência na resolução de problemas	1/3	1/3	1	1/4	4	3	1	1/3	0,08
Nível de serviço	2	1	4	1	8	6	4	4	0,27
Capacidade	1/7	1/8	1/4	1/8	1	1/3	1/4	1/5	0,02
Precisão do horário de entrega	1/4	1/5	1/3	1/6	3	1	1/2	1/2	0,04
Velocidade	1/2	1/4	1	1/4	4	2	1	1	0,08
Esforço de gestão	1/3	1/4	3	1/4	5	2	1	1	0,09

Fonte: Elaborado pelo autor

Antes de seguir com essa priorização, é necessário verificar a consistência da matriz. Para isso, é feito o cálculo do índice de inconsistência:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{8,4 - 8}{7} = 0,058$$

O índice de inconsistência deve então ser dividido pelo índice de inconsistência aleatória (RI), que é correspondente a 1,41 para 8 critérios, conforme visto na revisão bibliográfica deste trabalho. Como $CI/RI=0,041 < 0,1$, a matriz elaborada para priorização dos critérios pode ser considerada consistente.

4.3. BASE DE DADOS

Neste trabalho, as entregas do mês de agosto serão utilizadas para se fazer as simulações e análises necessárias. O mês de agosto foi escolhido para análise de dados pois foi o primeiro mês em que os endereços de entrega foram registrados pela empresa. Logo, no presente trabalho será utilizada toda a população de dados que a CongeladosCo possui.

Além disso, esse foi o primeiro mês em que o número de entregas foi significativo suficiente a ponto de justificar uma análise. Antes disso, todas as entregas eram feitas pelo motoboy próprio da empresa e elas não eram registradas.

Neste mês, a empresa teve 346 pedidos. Porém, é necessário fazer um tratamento dessa base de dados com o objetivo de eliminar as exceções e não distorcer a análise.

Os primeiros dados que devem ser excluídos da base são os 29 pedidos que foram retirados pelos clientes na sede da CongeladosCo, uma vez que eles não devem ser entregues pela empresa.

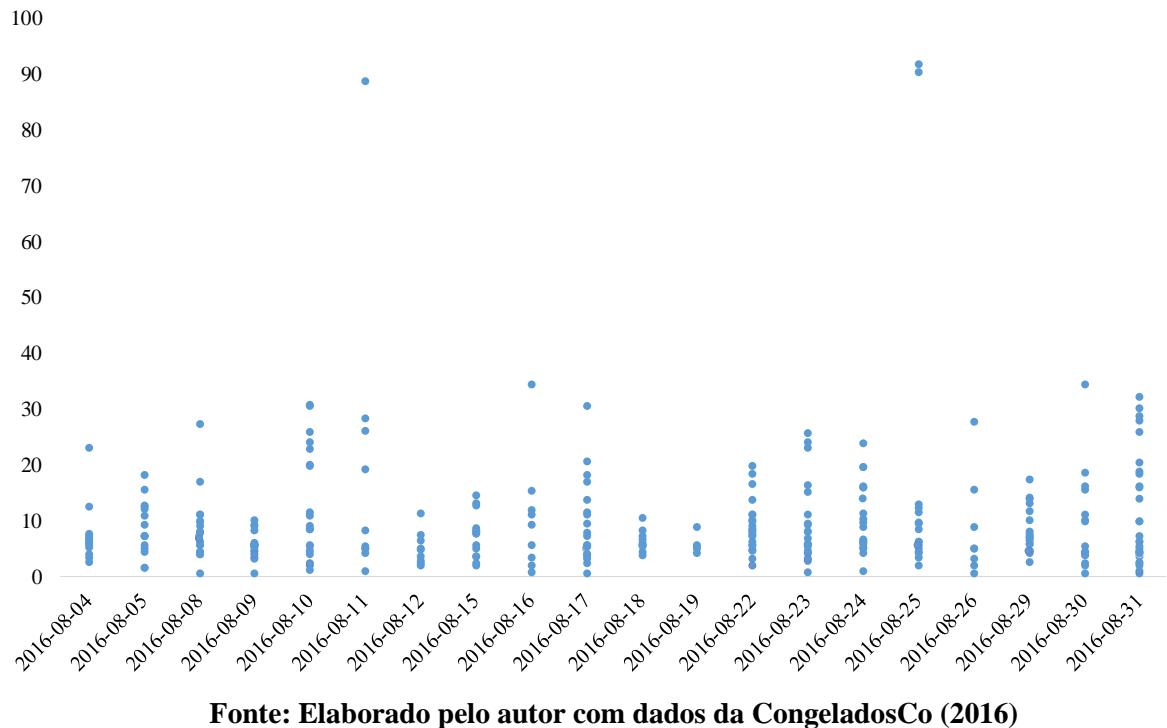
Além desses pedidos, foram excluídos da base pedidos com o mesmo endereço na mesma data, ou seja, clientes distintos que compraram juntos e pediram para receberem juntos no trabalho. Esses dados podem gerar distorções na análise, pois serão considerados como mais de uma entrega, quando podem ser considerados como apenas uma. Havia 4 pedidos deste tipo na base extraída.

Outro fator que não será considerado neste trabalho é a necessidade de retorno à sede da CongeladosCo. Quando o método de pagamento escolhido pelo cliente é Vale Alimentação ou Vale Refeição não é possível transacionar o pedido pela internet e, portanto, é necessário sair da sede da CongeladosCo com a máquina para cobrança e, posteriormente, retornar para devolvê-la. Esta condição não será considerada nas análises deste trabalho, pois a CongeladosCo tem o objetivo de transacionar 100% de seus pedidos online em um futuro próximo.

O Gráfico 7 a seguir mostra os pedidos restantes (após a exclusão das exceções) em relação à distância da sede da CongeladosCo.

Gráfico 7 – Entregas distribuídas por data e distância da sede da CongeladosCo

Distribuição das entregas por data e distância (em km) da sede da empresa



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

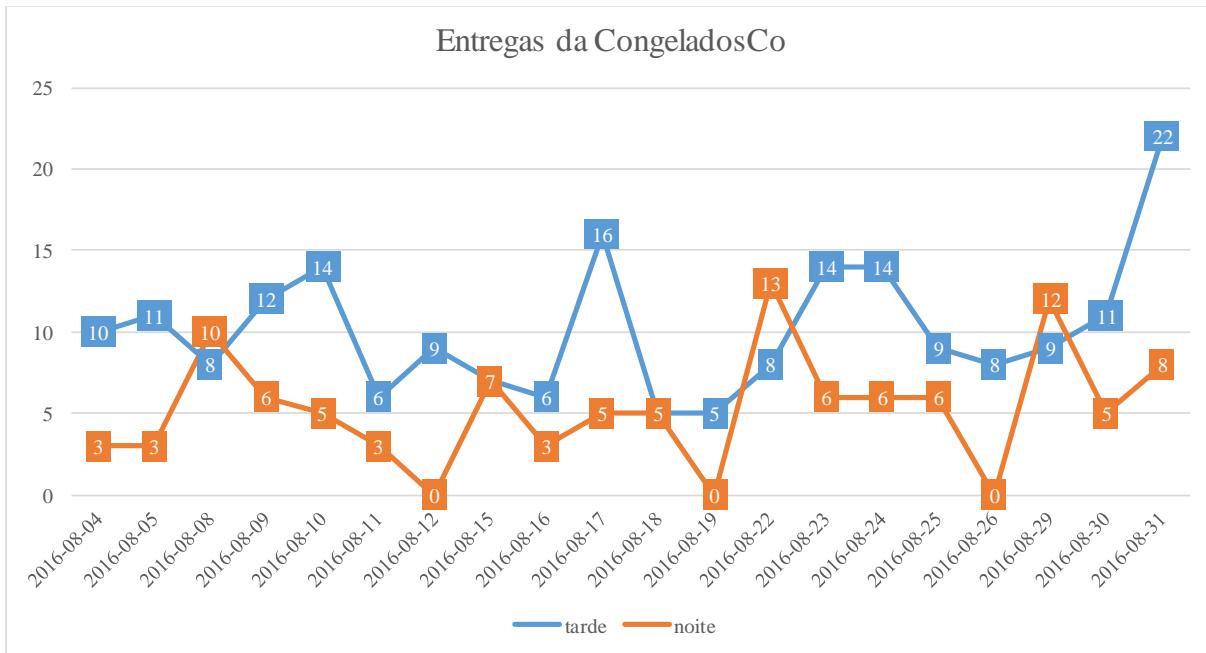
Pode-se notar ao analisar o Gráfico 7 acima que há três pontos que destoam do restante dos dados. Essas entregas foram feitas em Sorocaba no mês de agosto como teste para se saber qual seria a demanda dos produtos da CongeladosCo nessa cidade. No entanto, os sócios da empresa desistiram do projeto devido ao elevado custo logístico para se entregar nessa cidade. Portanto, essas três entregas também serão desconsideradas na análise deste trabalho.

Como resultado, a base de dados a ser analisada no presente trabalho é composta por:

- 346 pedidos feitos
- Menos 29 pedidos marcados para retirada
- Menos 4 pedidos com o mesmo endereço na mesma data
- Menos 3 pedidos em Sorocaba
- **TOTAL: 310 entregas**

O Gráfico 8 a seguir mostra os dados resultantes desse filtro separados por período de entrega (tarde – 14h00 às 18h00; noite – 19h00 às 23h00).

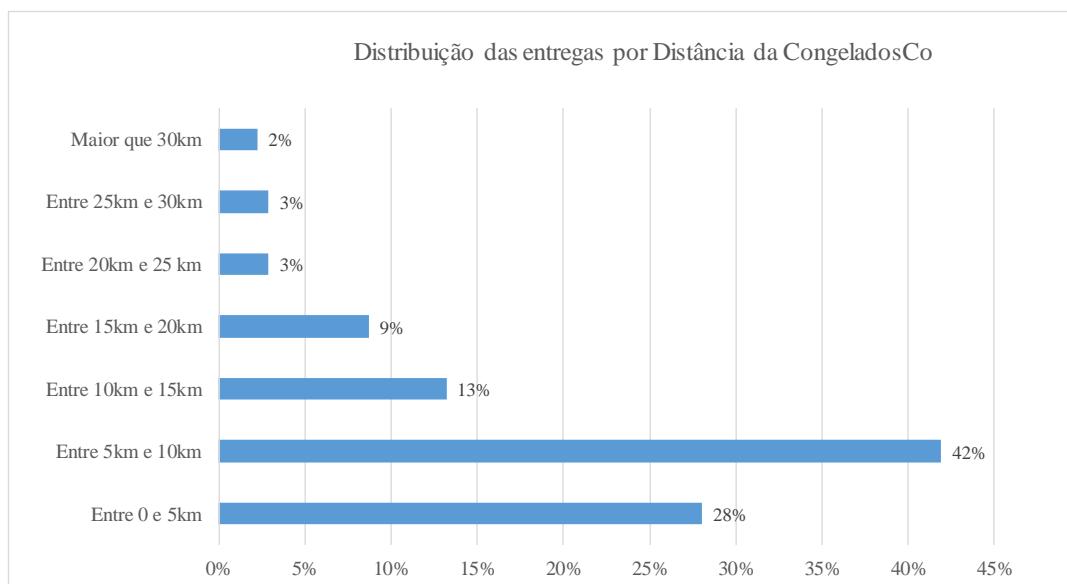
Gráfico 8 – Distribuição por período das entregas da CongeladosCo no mês de agosto



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Em relação à localização das entregas feitas no mês de agosto, o Gráfico 9 a seguir mostra a distribuição dos endereços separados por distância em relação à sede da CongeladosCo.

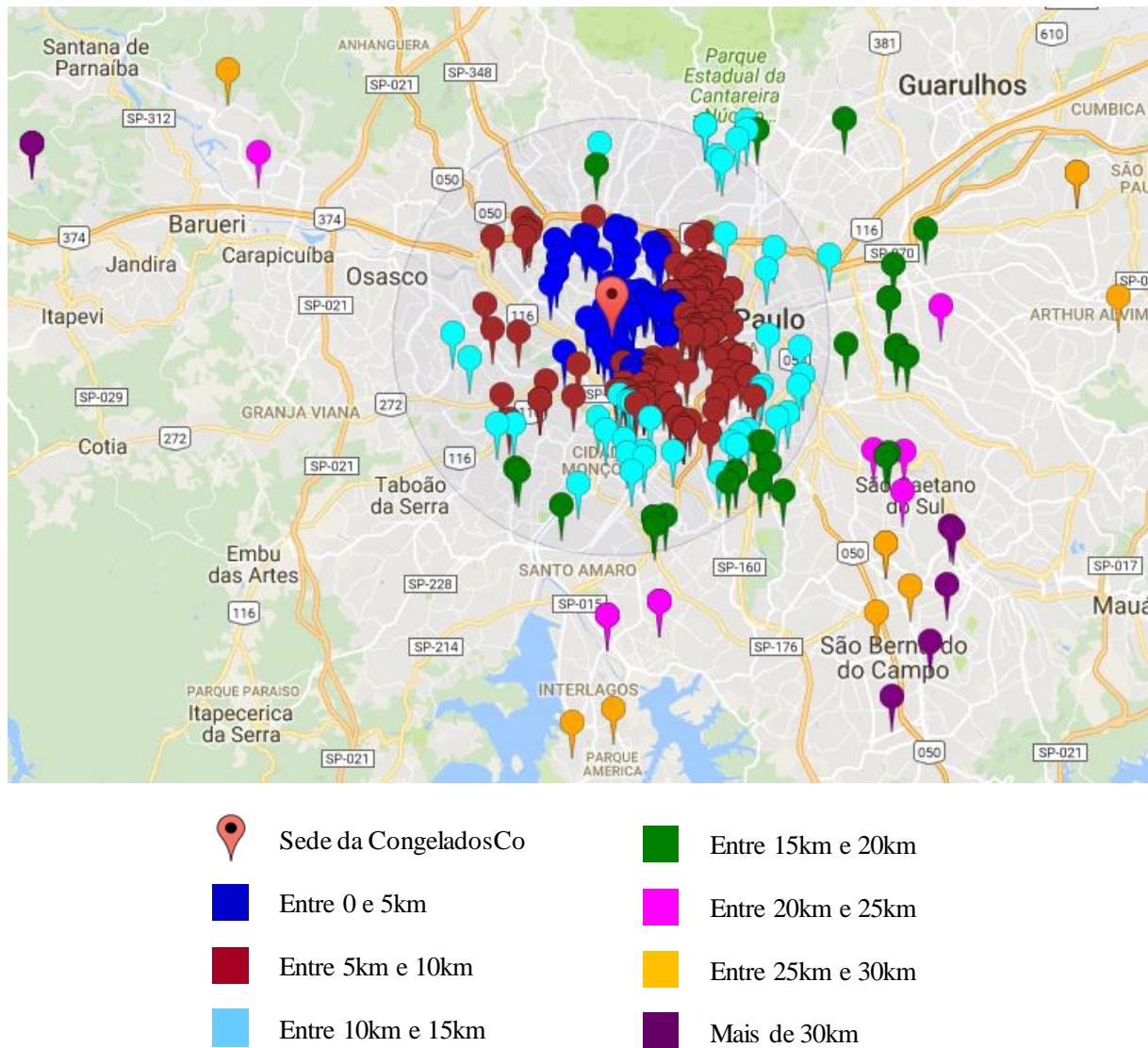
Gráfico 9 – Distribuição das entregas de agosto da CongeladosCo por distância da sede



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

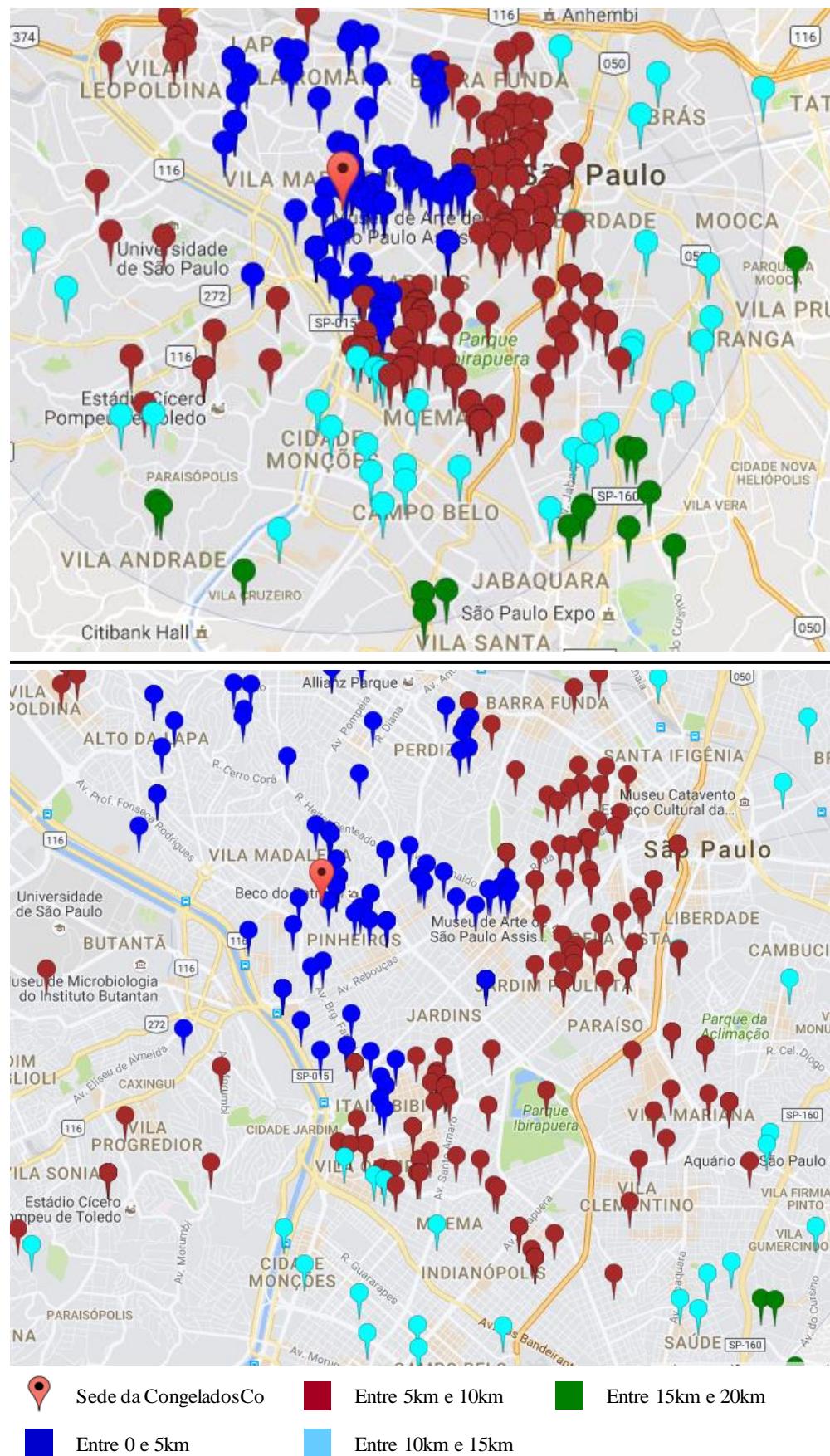
Com a utilização de uma ferramenta online, foi possível plotar todos os endereços de entrega de agosto da CongeladosCo, com o objetivo de identificar as áreas de maior concentração de clientes. A Figura 9 a seguir mostra o resultado obtido.

Figura 9 – Mapa dos endereços de entrega da CongeladosCo



Pode-se notar a grande concentração de pedidos próximos à sede da CongeladosCo, principalmente nas regiões Oeste e Sudeste de São Paulo. A Figura 10a seguir mostra a mesma representação do mapa acima, mas com diferentes escalas.

Figura 10 – Mapas dos endereços de entrega da ConvelagosCo com escala menor



Fonte: elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Analisando os mapas mostrados, pode-se concluir que os bairros com maiores concentrações são: Pinheiros, Bela Vista, Jardim Paulista, Vila Olímpia e Itaim Bibi. A distância desses bairros da CongeladosCo está entre 5km e 10km.

4.4. RECURSOS UTILIZADOS E CUSTO

Em relação aos recursos disponíveis para realizar as entregas, a empresa possui atualmente um motoqueiro próprio e as entregas que não conseguem ser feitas por ele são entregues a uma transportadora, que passa na sede da empresa para fazer a coleta dos pedidos as 10h00.

No mês de agosto, das 310 entregas feitas pela empresa, 177 foram feitas pelo motoboy próprio e 133 foram feitas pela transportadora. O custo envolvido nessa operação foi:

- Salário do motoqueiro: R\$1.200,00
- Encargos e benefícios: R\$2.100,00
- Custo total envolvido com o motoqueiro: R\$3.300,00

- 98 entregas feitas no Centro Expandido de São Paulo: R\$1.960,00
- 26 entregas feitas na Área Periférica de São Paulo: R\$598,00
- 9 entregas feitas na Grande São Paulo Próxima: R\$252,00
- Custo total envolvido com a transportadora: R\$2.810,00

Com isso, o custo total envolvido na operação da CongeladosCo foi de R\$6.110,00.

5. ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

As entregas da CongeladoCo podem ser realizadas de diversas maneiras. Existem inúmeras empresas no mercado que realizam esse tipo de serviço e com o desenvolvimento de novas tecnologias e ferramentas, as empresas estão oferecendo um serviço cada vez mais barato e com melhor qualidade.

Além de opções disponíveis no mercado, a empresa pode também internalizar esse serviço e fazer com funcionários e meios de transporte próprios.

Neste trabalho serão analisadas 4 possibilidades de escolha: motoqueiro próprio, transportadora A, Empresa B e Empresa C⁴

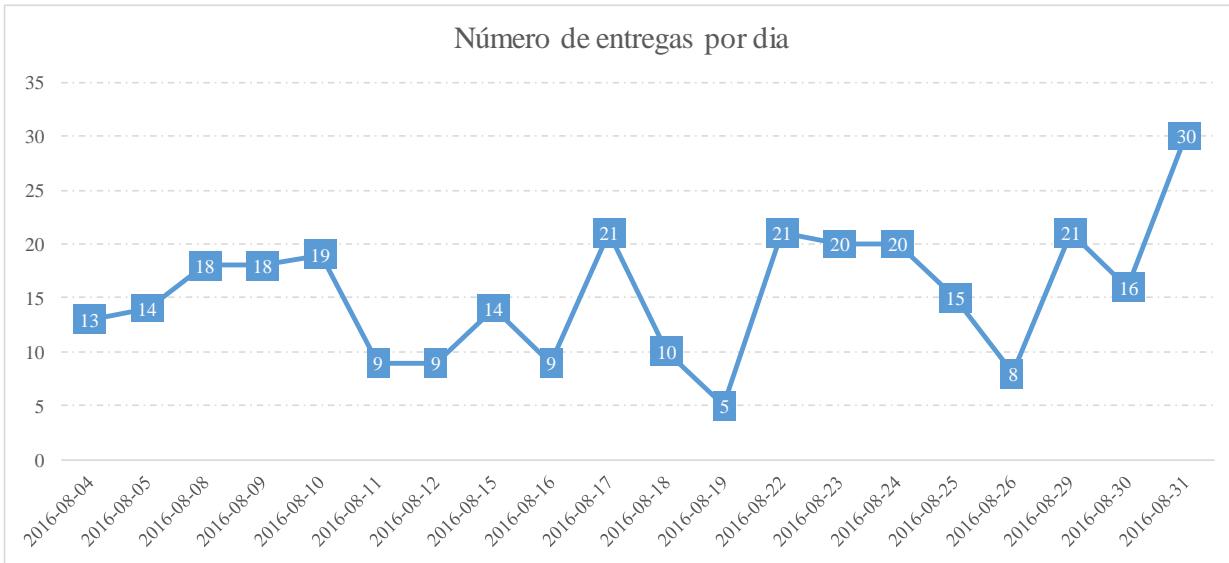
5.1. MOTOQUEIRO PRÓPRIO

Uma das maneiras de realizar as entregas da CongeladosCo é por meio de um motoqueiro próprio. O grande problema enfrentado para a adoção desse meio de transporte é a alta variância do número de entregas que a empresa tem de realizar.

⁴ Os nomes das empresas foram ocultos por motivos de confidencialidade

A companhia está crescendo e cada vez mais entregas precisam ser feitas, porém a variância ainda é muito alta. Para exemplificar, foi feita uma análise dos pedidos de agosto por meio de um gráfico (Gráfico 10), que mostra a grande variação por dia no número de pedidos que a empresa possui.

Gráfico 10 – Número de entregas por dia no mês de agosto



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Como há uma alta variância no número de entregas da CongeladosCo, há uma enorme dificuldade em estabelecer o número de motoqueiros que deveriam ser contratados. No dia 19 de agosto por exemplo, apenas 1 motoqueiro seria suficiente para realizar todas as entregas, enquanto no dia 31 de agosto, seriam necessários pelo menos 4 motoqueiros para conseguir entregar para os 30 clientes.

Além de possuir essa dificuldade de determinar o número ideal de motoqueiros para realizar as entregas, é necessário levar em consideração os esforços de gestão envolvidos no momento de analisar essa opção.

É necessário manter os motoqueiros motivados para realizar as entregas com o objetivo de possuir um bom clima de trabalho no escritório da companhia. É preciso também ter um espaço destinado aos motoqueiros para que eles possam se alimentar durante o período de descanso ou esperar até o horário de saída dos pedidos.

Além disso, é necessário analisar os riscos trabalhistas envolvidos na contratação de um funcionário próprio. É preciso estar atento em relação às horas trabalhadas do motoqueiro, para

que ele não trabalhe horas extras; pagar os adicionais relativos à carreira de motofrete, que inclui periculosidade e aluguel da moto.

Por fim, é necessário avaliar os esforços de roteirizar as entregas feitas pelo motoqueiro próprio, de forma a maximizar o número de entregas feitas por ele. Este trabalho não precisa ser feito quando há a contratação de uma transportadora, uma vez que as transportadoras são especialistas nesse assunto e muitas vezes já possuem softwares que realizam essa tarefa.

Devido aos fatos citados acima, essa é a opção com a menor pontuação relativa ao critério “Esforços de gestão”.

Em relação ao critério “Precisão do horário de entrega”, essa opção não é tão vantajosa quando comparada às outras analisadas neste trabalho, pois não é possível rastrear a posição exata do motoqueiro e ter uma previsão precisa do horário de entrega. Outras empresas do mercado permitem a visualização em tempo real da posição do entregador.

Apesar dessas adversidades, existem diversas vantagens associadas a contratação de um motoqueiro próprio. Por exemplo, o nível de serviço é controlado quando as entregas são feitas por um funcionário próprio. Em um *e-commerce*, o único contato que existe entre o cliente e a empresa é no momento da entrega. Quando se contrata um terceiro para realizar a entrega, não se sabe como será esse contato com o cliente final. Porém, quando o entregador é um funcionário próprio, é possível treiná-lo para proporcionar uma melhor experiência de entrega para os clientes.

Além disso, a pontuação dessa opção relativa ao critério “Confiabilidade” também é muito boa, uma vez que, geralmente, a confiança em um funcionário próprio é maior do que em terceiros.

A resolução de problemas também é mais fácil quando se utiliza um motoqueiro próprio. Como o produto da empresa em estudo é congelado, é necessário que a entrega seja feita em mãos e muitas vezes os clientes não estão em casa quando o pedido é entregue. Com um recurso interno, a comunicação deste tipo de problema é mais rápida e a sua solução também, além de o motoqueiro poder retornar à sede da empresa sem custo adicional caso seja necessário.

Portanto, a pontuação dessa opção de transporte em relação aos critérios selecionados está mostrada na Tabela 11 abaixo. A escala utilizada foi de 0 a 10.

Tabela 11 – Pontuação da opção “Motoqueiro Próprio

Motoqueiro próprio	
Confiabilidade	8
Custo	*
Assistência na resolução de problemas	10
Nível de serviço	9
Capacidade	4
Precisão do horário de entrega	7
Velocidade	8
Esforço de gestão	2

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

5.2. TRANSPORTADORA A

Quando este trabalho começou a ser desenvolvido, a CongeladosCo estava utilizando seu motoqueiro próprio para realizar as entregas e a transportadora A para fazer as que passavam da sua capacidade. No mês de agosto, essa transportadora foi responsável por aproximadamente 133 entregas da CongeladosCo, de um total de 310 entregas.

A transportadora A realiza coletas as 10h00 diariamente na sede da CongeladosCo. Os produtos coletados são levados para a sede da transportadora e armazenados em um ambiente adequado à temperatura necessária para manter os produtos congelados. As entregas são então realizadas conforme agendamento e a roteirização é feita pela própria transportadora. Caso no ato da entrega não haja ninguém para receber, a transportadora entrará em contato com o cliente e caso o tempo máximo supere 20 minutos, o produto é levado para a sede da transportadora e a entrega será repetida no dia seguinte (o valor será cobrado uma vez para cada tentativa). Logo,

* O detalhamento de custo será feito na seção 6.1 deste trabalho

a pontuação dessa opção em relação ao critério “assistência na resolução de problemas” é muito baixa.

O valor cobrado por entrega pela transportadora A varia de acordo com a localização da entrega. Os respectivos valores estão indicados na Tabela 12 a seguir:

Tabela 12 – Tabela de preços da transportadora A

Local	Dia de Entrega	Preço
São Paulo - Centro expandido	De segunda a sexta-feira	R\$ 20,00
São Paulo - Área Periférica	De segunda a sexta-feira	R\$ 23,00
Grande São Paulo Próxima	De segunda a sexta-feira	R\$ 28,00
Campinas	Quinta-feira	R\$ 28,00
São José dos Campos	Terça-feira	R\$ 25,00
Santos	Quarta-feira	R\$ 28,00
Sorocaba	Quarta-feira	R\$ 28,00
Baixada Santista	Quarta-feira	R\$ 28,00

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da transportadora A (2016)

Uma vez que os pedidos são retirados pela manhã pela transportadora, a velocidade dessa opção de transporte é muito baixa. Se for necessário incluir algum pedido a mais durante o dia, a transportadora A não será capaz de realizar essa entrega, uma vez que já realizou a coleta durante o período da manhã.

A grande vantagem relativa a esse método de entrega é o baixo esforço de gestão envolvido. A responsabilidade pela entrega é da transportadora e a ordem das entregas e a roteirização são decididos por ela, que possui ferramentas específicas para essas atividades.

Quando essas atividades são feitas por funcionários próprios da CongeladosCo, os roteiros nem sempre são otimizados, pois são feitos utilizando ferramentas não apropriadas para realizá-las, e o tempo dedicado à roteirização é consideravelmente alto, o que implica em um custo indireto dessa atividade.

Além disso, por realizar as entregas com carros refrigerados e possuir uma sede capaz de armazenar mais de 10 vezes o estoque total da CongeladosCo, a capacidade desse meio de transporte é muito maior que a dos outros métodos analisados neste trabalho.

A confiabilidade desse meio de transporte também é alta, uma vez que a transportadora é especialista em logística de produtos congelados, atuando nesse mercado há mais de 5 anos. Apesar da CongeladosCo não possuir o controle de como será o contato do entregador com seus clientes, os funcionários da transportadora A são bem treinados para fazer esse tipo de entrega.

Por outro lado, a precisão do horário de entrega é muito ruim e, portanto, atender às restrições de seus clientes é muito difícil, uma vez que a ordem das entregas não fica mais sob responsabilidade da CongeladosCo.

No mês de agosto, foi observado que 1 a cada 5 pedidos possuem algum tipo de restrição (especificidade de horário, mudança do período de entrega, alteração do pedido) e atender a esses requerimentos eleva de maneira considerável o nível de serviço da CongeladosCo, que tem sido muito elogiado desde o início das suas operações.

A Tabela 13 a seguir mostra o resumo das pontuações dessa opção de transporte.⁶

Tabela 13 – pontuação da opção “Transportadora A”

Transportadora A	
Confiabilidade	7
Custo	*
Assistência na resolução de problemas	3
Nível de serviço	8
Capacidade	10
Precisão do horário de entrega	4
Velocidade	5
Esforço de gestão	9

Fonte: Elaborado pelo autor

* O detalhamento de custo será feito na seção 6.2 deste trabalho

5.3. EMPRESA B

A empresa B foi lançada há 3 anos no mercado como uma plataforma digital de entregas expressas atuando com três tipos de clientes principais: corporativo, e-commerce e restaurantes. A empresa B tem se destacado no mercado por oferecer um serviço inovador, de alta qualidade, de confiança e por um preço acessível.

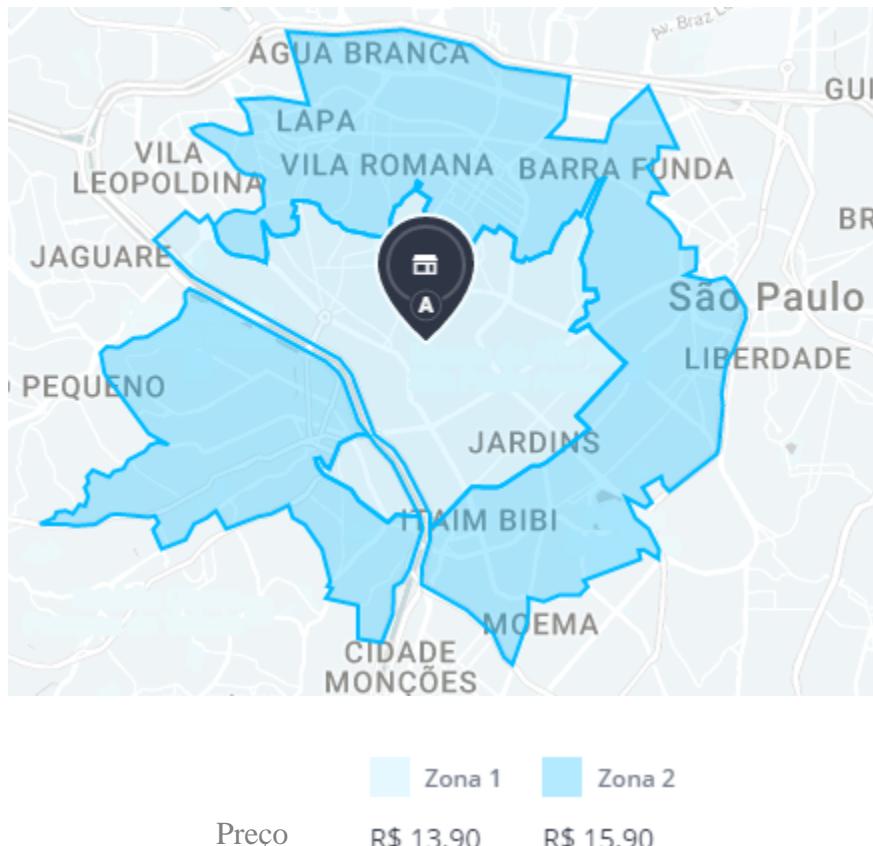
A empresa utiliza os seus mais de 2.500 motofretistas cadastrados na plataforma para criar uma rede logística fácil e confiável, onde o cliente faz o requerimento de uma entrega e um motoboy passa pela sede da empresa em aproximadamente 10 minutos para retirar a encomenda e entregá-la no endereço de destino escolhido.

No Brasil, a empresa B é pioneira nesse modelo de negócios e já atraiu a atenção de grandes varejistas online, que utilizam a solução proposta pela empresa B para realizar as suas entregas.

A empresa B possui um modelo de cobrança diferente dependendo do tipo de cliente. No caso da CongeladosCo, ela se enquadra na categoria restaurantes e possui um modelo de cobrança conforme o descrito a seguir.

Se os endereços de entrega de uma coleta forem dentro da zona 1 destacada na Figura 11 a seguir, o preço será de $n \times R\$13,90$, sendo o n o número de entregas dentro da zona 1. Para entregas dentro da zona 2, o preço será $R\$15,90$ por entrega.

Figura 11 – Modelo de cobrança da empresa B



Fonte: Empresa B (2016)

As entregas que ficam fora de alguma dessas zonas são cobradas segundo a seguinte fórmula: $CT=CP+D*x$, onde CT é o custo total da entrega, CP é o custo fixo por parada (R\$7,80), D é a distância entre a origem e o ponto de destino e x é o custo por quilômetro (R\$1,87). A análise de custo será mais detalhada no próximo capítulo deste trabalho.

Uma das grandes vantagens associadas a essa opção de transporte é o seu nível de serviço. A grande maioria dos motoqueiros cadastrados na plataforma são bem treinados e capacitados, e o software desenvolvido pela empresa é de fácil manuseio e funciona de maneira eficiente, o que contribui para uma coleta rápida e agradável.

Pela plataforma da empresa B, também é possível fazer o acompanhamento da rota dos motoqueiros e saber o momento exato em que cada um dos pedidos foi entregue. Dessa maneira,

a precisão do horário de entrega é maior e, em caso de alguma pergunta sobre a entrega do cliente, é possível dizer a localização exata de seu pedido e a sua previsão de horário de entrega.

Além disso, o serviço de apoio ao cliente da empresa B é excelente. Quando há algum problema no momento da entrega, o contato é feito através da sua sede, de maneira muito rápida e por pessoas bem treinadas para solucionar o problema em questão. Logo, a assistência na resolução de problemas é muito boa.

Outra vantagem em relação a essa opção é a sua velocidade para se fazer as entregas. É possível pedir pelo site da empresa B 5 motoboys ao mesmo tempo e todos irão chegar em aproximadamente 10 minutos para fazer a coleta e sairão em tempo quase simultâneo para os endereços de entrega.

Uma das grandes desvantagens relativa a essa opção de transporte é o fato de necessitar de recursos internos para fazer a roteirização, uma vez que a empresa não optimiza a ordem das entregas minimizando o custo total. Com a empresa B, é recomendável procurar fazer entregas próximas com o mesmo motoboy, buscando diminuir o tempo total da viagem e o seu custo.

Tabela 14 – Pontuação da opção “Empresa B”

Empresa B	
Confiabilidade	8
Custo	*
Assistência na resolução de problemas	8
Nível de serviço	9
Capacidade	7
Precisão do horário de entrega	9
Velocidade	8
Esforço de gestão	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

5.4. EMPRESA C

Atualmente, o maior competidor da empresa B é a empresa C, que oferece um serviço semelhante, mas com um modelo de cobrança diferente. Na seção 6.4 deste trabalho será feita uma análise para saber se esse modelo de cobrança é melhor para a CongeladosCo.

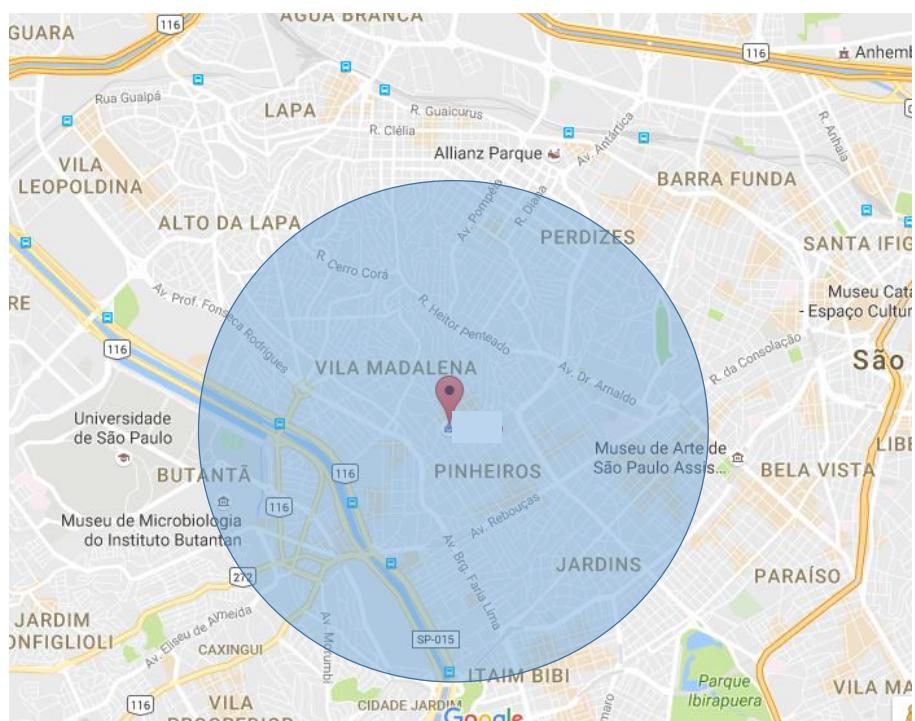
No que se refere aos critérios qualitativos, a primeira grande diferença entre as empresas é em relação à forma com que as entregas são feitas. A empresa também opera com uma plataforma online por onde o cliente faz o pedido de retirada, e o motoqueiro passa na sede da companhia para realizar a coleta.

No entanto, a plataforma da empresa C não permite roteirizar as entregas, ou seja, cada motoqueiro sai apenas com uma entrega de 1 cliente. Isso diminui o Esforço de gestão envolvido, mas não permite uma diminuição de preço com o aumento de escala na operação da empresa.

Em relação ao modelo de cobrança, a empresa C cobra por distância entre a sede da CongeladosCo e o ponto de entrega em linha reta, ou seja, o caminho realmente realizado pelo motoqueiro não importa nesse modelo.

As entregas realizadas que estejam dentro de um raio de 3 km, conforme mostra a Figura 12 abaixo, serão R\$12,90 e cada kilometro a mais custará R\$4,30.

Figura 12 – Modelo de cobrança da empresa C



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Em comparação às outras opções analisadas neste trabalho, a empresa C possui um nível de serviço menor. A velocidade de entrega da empresa B não é tão rápida quanto à da empresa B, pois o tempo de espera por um motoqueiro é de aproximadamente 20 minutos (o dobro do tempo de espera relativo à empresa B).

Além disso, os seus motoqueiros não são bem treinados. No momento da coleta, eles utilizam um aplicativo que os informa quais são os pedidos que devem ser retirados, porém muitos não sabem utilizá-lo, o que torna a coleta muito mais lenta.

Diferentemente da empresa B, a plataforma online da empresa C não permite um acompanhamento da rota, o que impossibilita a CongeladosCo de informar aos clientes interessados uma previsão mais precisa do horário de entrega dos seus pedidos.

A Tabela 15 a seguir mostra um resumo das pontuações dessa opção de transporte.

Tabela 15 – Pontuação da opção “Empresa C”

Empresa B	
Confiabilidade	7
Custo	*
Assistência na resolução de problemas	6
Nível de serviço	5
Capacidade	6
Precisão do horário de entrega	7
Velocidade	7
Esforço de gestão	7

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação aos critérios qualitativos, a empresa C não parece ser muito boa, mas não se sabe o custo envolvido ao escolher essa opção. Na seção 6.4 será feita uma análise minuciosa

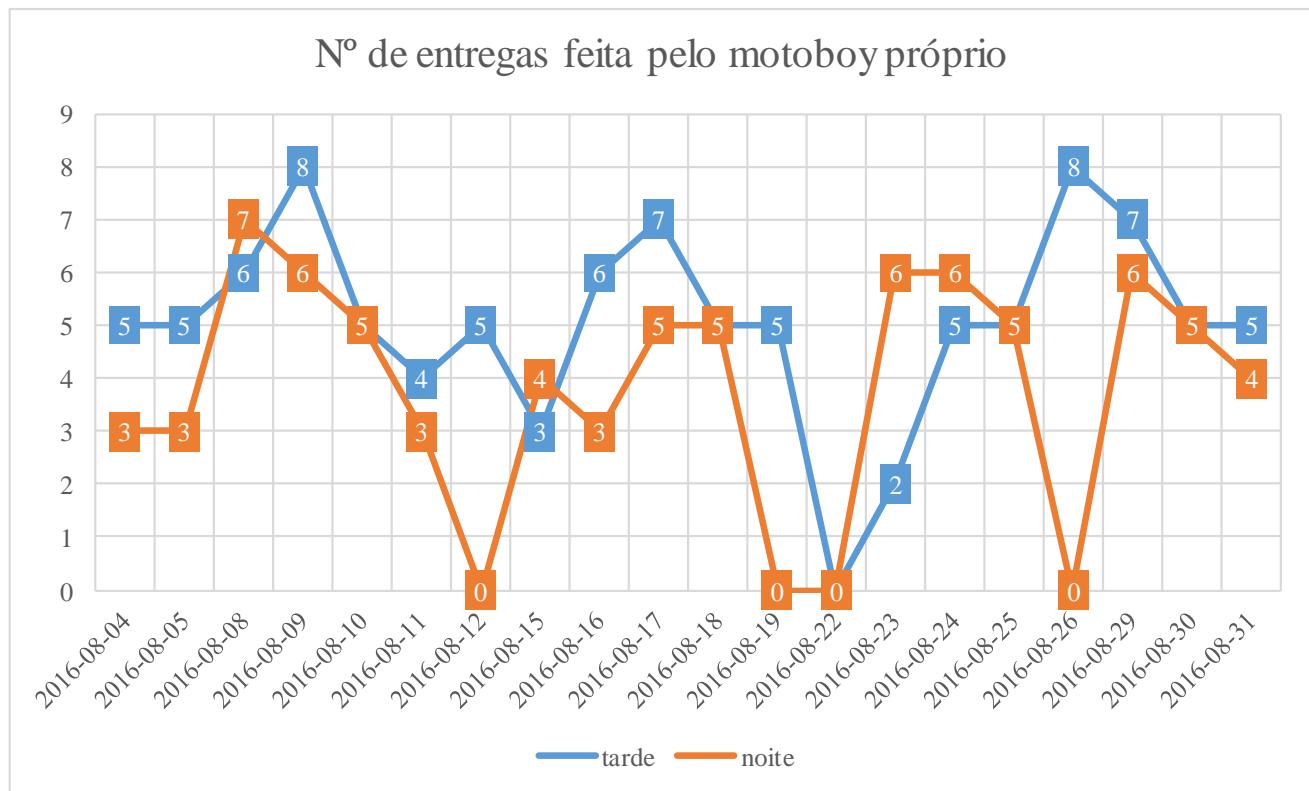
dos custos com o objetivo de saber se ele é significantemente menor, a ponto de ser considerado como forma viável de entrega para a CongeladosCo.

6. AVALIAÇÃO DO CUSTO DAS OPCÕES

6.1. MOTOQUEIRO PRÓPRIO

Para poder fazer uma análise de custo dessa opção de transporte, é necessário fazer um dimensionamento de frota da CongeladosCo para o mês de agosto. Pode-se observar no Gráfico 11 abaixo o número de entregas feita pelo motoqueiro próprio da empresa no mês de análise.

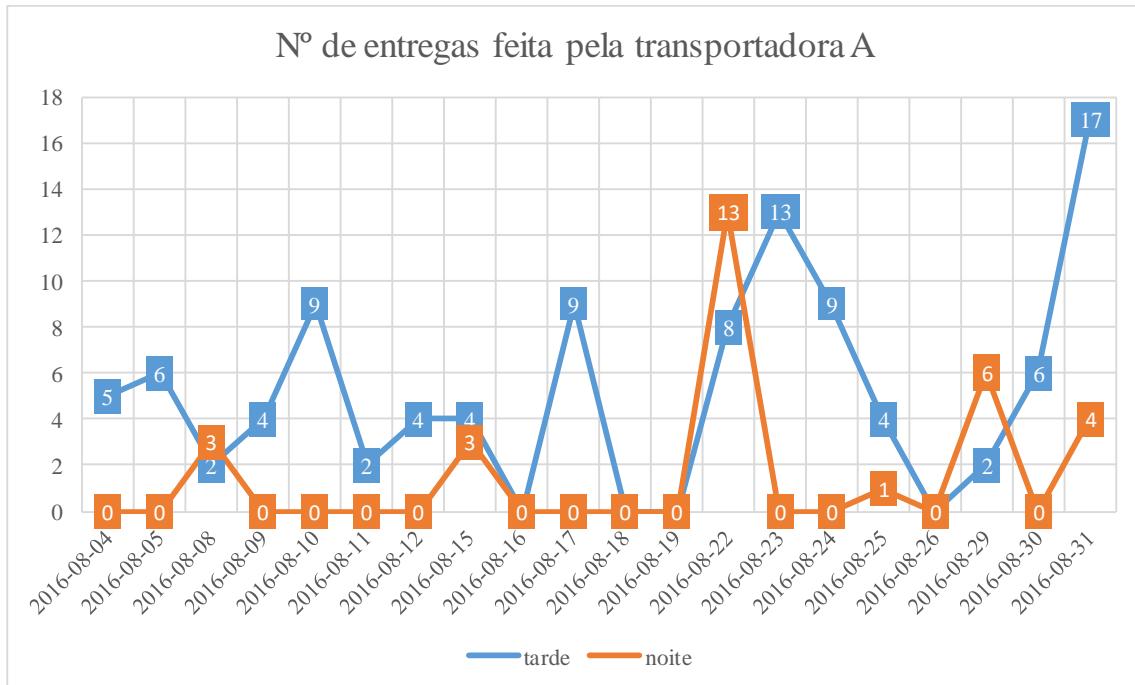
Gráfico 11 – Número de entregas feita pelo motoboy próprio da CongeladosCo



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

É importante ressaltar que a CongeladosCo deixou de entregar nas sextas-feiras à noite a partir do dia 8 de agosto, pois as entregas nesse período geravam muitos problemas. Além disso, no dia 22 de agosto, o motoqueiro próprio ficou doente e não pôde ir trabalhar, ficando todas as entregas desse dia com a transportadora A.

A seguir é mostrado o Gráfico 12, semelhante ao mostrado acima, mas com as entregas que foram feitas pela transportadora A no mês de agosto.

Gráfico 12 - Número de entregas feita pela transportadora A da CongeladosCo

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Para se fazer uma análise puramente financeira desta opção, será adotada a premissa de que nenhum outro recurso será utilizado para realizar as entregas, ou seja, todas têm de ser realizadas por funcionários próprios. Sabe-se que isso resultará em um tempo ocioso do funcionário contratado, mas isso não será considerado em um primeiro momento.

Logo, pode-se notar que, para cobrir 100% das entregas com motoqueiros próprios, a CongeladosCo teria de contratar mais motoqueiros para fazer todas as suas entregas. Para se determinar quantos funcionários será necessário contratar, será feita uma análise nos dias com maior demanda e verificar quantos quilômetros precisariam ser percorridos nesses dias e, a partir deste dado, determinar o número de motoqueiros necessários para cobrir essa demanda.

No dia 31 de agosto no período diurno, tiveram 17 entregas que não conseguiram ser feitas pelo motoqueiro próprio. Porém, não se deve dimensionar a frota com base no número de entregas, uma vez que, se forem entregas muito próximas, apenas um motoqueiro seria capaz de realiza-las.

A melhor maneira de se dimensionar uma frota para atender às entregas desse dia é roteirizando os endereços para saber a distância percorrida e poder dimensionar de maneira um pouco mais precisa. Os endereços de entrega desse dia são mostrados na Tabela 16 a seguir.

Tabela 16 - Entregas do dia 31 de agosto

Nº	Endereço	Tamanho ⁷
1	Rua Alves Guimarães, 470, Pinheiros , São Paulo	94,3
2	Rua Teodoro Sampaio, 498, Pinheiros , São Paulo	229,6
3	Avenida Brigadeiro Faria Lima, 2927, Jardim Paulistano , São Paulo	53,74
4	Rua Salvador Caruso, 167, Vila Ipojuca , São Paulo	210,07
5	Rua Sepetiba, 274, Siciliano , São Paulo	286,49
6	Rua Monte Alegre, 907, Perdizes , São Paulo	77,41
7	Rua dos Caetés, 18, Perdizes , São Paulo	282,4
8	Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, 1726, Vila Nova Conceição , São Paulo	224,2
9	Rua Joaquim Floriano, 413, Itaim Bibi , São Paulo	115,7
10	Rua Lourenço de Almeida, 237, Vila Nova Conceição , São Paulo	58,96
11	Avenida Mofarrej, 1130, Vila Leopoldina , São Paulo	303,2
12	Rua Vergueiro, 3106, Vila Mariana , São Paulo	153,9
13	Avenida Itaberaba, 866, Nossa Senhora do Ó , São Paulo	115,4
14	Rua Doutor Guilherme Cristofel, 465, Santana , São Paulo	189,8
15	Rua Bragança Paulista, 409, Vila Cruzeiro , São Paulo	297,8
16	Rua Tuiucuê, 97, Jardim da Saúde , São Paulo	251,3
17	Rua Antero de Quental, 200, Vila Santa Clara , São Paulo	190,72

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Portanto, para essa análise foi feita uma roteirização desses 17 pontos, levando em consideração as seguintes premissas:⁷

- A capacidade de um baú de motoqueiro é de R\$900,00 reais em produtos.
- A ferramenta utilizada para se fazer essa roteirização foi uma planilha do Microsoft Excel que se conecta um API do Google para definir a ordem das entregas. Segundo o Google, o API otimiza a rota fornecida organizando os pontos de referência em uma ordem mais eficiente⁸.
- Com base nas observações feitas no mês de agosto, cada motoqueiro consegue percorrer aproximadamente 150km por dia, ou 75km por período.

⁷ Tamanho expresso em reais (R\$)

⁸ Informações sobre o API utilizado disponível em

<https://developers.google.com/maps/documentation/directions/intro#Waypoints> acessado em 29/10/2016

Após a roteirização, o resultado obtido é mostrado na Tabela 17 a seguir:

Tabela 17 – Resultado da roteirização das entregas do dia 31 de agosto

Saída	Nº	Endereço	Sequência	Distância	Tamanho
A	retorno	Rua mourado coelho, 1134, Vila Madalena, São Paulo	0	13,7	-
A	1	Rua Alves Guimarães, 470, Pinheiros , São Paulo	1	2,4	94,3
A	2	Rua Teodoro Sampaio, 498, Pinheiros , São Paulo	2	0,3	229,6
A	6	Rua Monte Alegre, 907, Perdizes , São Paulo	3	2,8	77,41
A	7	Rua dos Caetés, 18, Perdizes , São Paulo	4	0,6	282,4
A	14	Rua Doutor Guilherme Cristofel, 465, Santana , São Paulo	5	9,8	189,8
A-B	retorno	Rua mourado coelho, 1134, Vila Madalena, São Paulo	0	13,7	-
B	4	Rua Salvador Caruso, 167, Vila Ipojuca , São Paulo	1	4,1	210,07
B	5	Rua Sepetiba, 274, Siciliano , São Paulo	2	1,1	286,49
B	13	Avenida Itaberaba, 866, Nossa Senhora do Ó , São Paulo	3	5,8	115,4
B-C	retorno	Rua mourado coelho, 1134, Vila Madalena, São Paulo	0	10	-
C	11	Avenida Mofarrej, 1130, Vila Leopoldina , São Paulo	1	7,3	303,2
C	15	Rua Bragança Paulista, 409, Vila Cruzeiro , São Paulo	2	19,9	297,8
C	16	Rua Tuiucuê, 97, Jardim da Saúde , São Paulo	3	15,5	251,3
C-D	retorno	Rua mourado coelho, 1134, Vila Madalena, São Paulo	0	16,3	-
D	3	Avenida Brigadeiro Faria Lima, 2927, Jardim Paulistano , São Paulo	1	3,7	53,74
D	9	Rua Joaquim Floriano, 413, Itaim Bibi , São Paulo	2	1,8	115,7
D	10	Rua Lourenço de Almeida, 237, Vila Nova Conceição , São Paulo	3	2,5	58,96
D	12	Rua Vergueiro, 3106, Vila Mariana , São Paulo	4	5,2	153,9
D	17	Rua Antero de Quental, 200, Vila Santa Clara , São Paulo	5	9,2	190,72
D	8	Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, 1726, Vila Nova Conceição , São Paulo	6	19,3	224,2
D	retorno	Rua mourado coelho, 1134, Vila Madalena, São Paulo	0	6,1	-

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo (2016)

Analizando a Tabela 17 pode-se notar que foram obtidas 4 saídas:

- Saída A: 29,6 quilômetros e 5 entregas.
- Saída B: 21 quilômetros e 3 entregas.
- Saída C: 59 quilômetros e 3 entregas.
- Saída D: 47,8 quilômetros e 6 entregas.

Se as saídas de maior distância e de menor distância, e as saídas de distâncias intermediárias fossem unidas, o resultado seria:

- Saída A-D: 77,4 quilômetros e 11 entregas.
- Saída B-C: 80 quilômetros e 6 entregas.

Sabe-se que um motoboy contratado percorre em torno de 150 quilômetros por dia, ou 75 quilômetros por período. Como nessa análise foram usadas algumas aproximações, pode-se concluir que, para cobrir todas as entregas do dia 31 de agosto e, consequentemente todas as entregas do mês de agosto, será necessário contratar 2 funcionários. O custo envolvido nessa opção de transporte é:

- Custo Total dessa opção de transporte: R\$9.900,00

- Custo médio por entrega: R\$31,94

É importante ressaltar a premissa que foi adotada no início dessa análise: todas as entregas têm de ser feitas por funcionários próprios. Sabe-se que, como resultado dessa premissa, os motoqueiros próprios contratados ficariam grande parte do seu tempo ocioso, uma vez que em 14 períodos noturnos e em 1 período diurno, não seria necessária a contratação de nenhum motoqueiro extra.

Se essa premissa não fosse adotada e se utilizasse apenas 1 motoqueiro próprio para realizar as entregas (conforme é feito atualmente pela empresa), o custo dessa opção seria:

- Custo Total dessa opção de transporte: R\$3.300,00
- Custo médio por entrega: R\$18,64⁹

Nota-se que o custo médio por entrega reduziu em torno de 42% ao se deixar de adotar essa premissa. Esse custo poderia ser ainda menor se o dia em que o motoqueiro não foi trabalhar for considerado no cálculo e se o número de entregas aumentasse a ponto desse funcionário não ficar ocioso em nenhum momento (nos dias 4 e 5 de agosto por exemplo, haviam apenas 3 entregas no período da noite e o motoqueiro ficou ocioso uma parte do seu horário de trabalho).

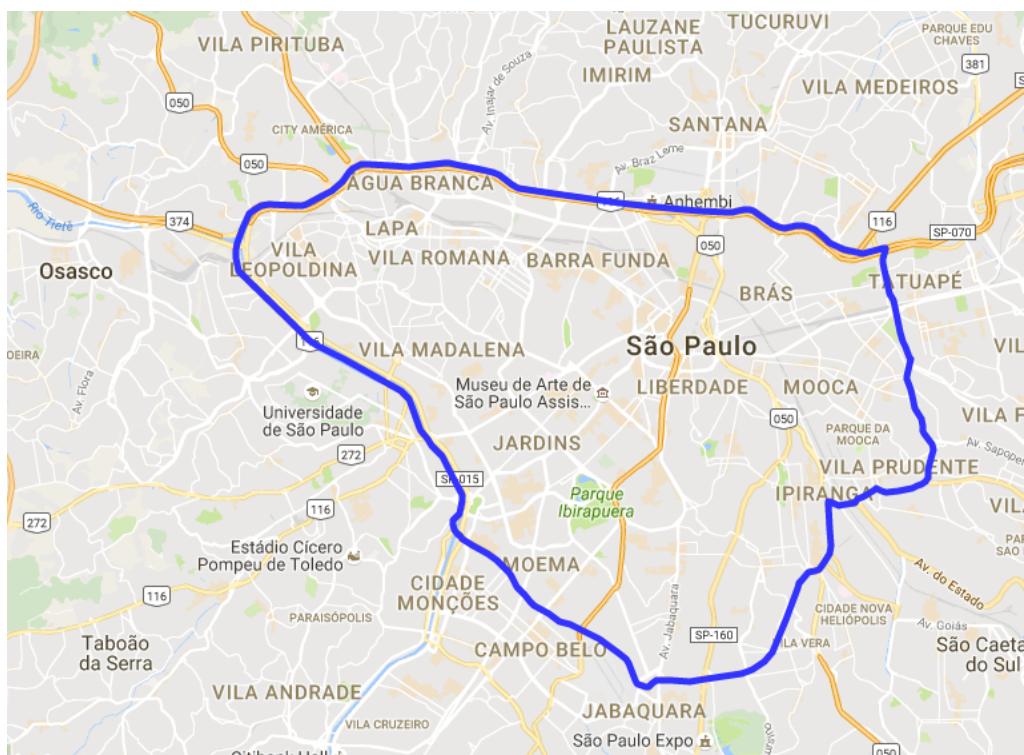
O valor de custo total dessa opção sem considerar a premissa adotada não deve ser levado em consideração, uma vez que seria necessário contratar outras opções de transporte para que todas as entregas fossem feitas.

⁹ Esse resultado foi obtido com base no número de entregas feitas no mês de agosto pelo funcionário próprio da empresa

6.2. TRANSPORTADORA A

A transportadora A possui um preço fixo por entrega. As entregas dentro do Centro Expandido de São Paulo custam R\$20,00 (o Centro Expandido está destacado na Figura 13 a seguir). As entregas fora do Centro Expandido, mas que fazem parte de São Paulo custam R\$23,00 e pertencem ao grupo de bairros da Área Periférica. As entregas fora de São Paulo possuem um preço de R\$28,00 (Barueri, ABC e Osasco);

Figura 13 – Mapa do centro expandido de São Paulo



Fonte: Google Maps (2016)*

Foi feita uma divisão dos 112 bairros em que a CongeladosCo fez alguma entrega no mês de agosto entre esses três grupos e chegou-se ao seguinte resultado:

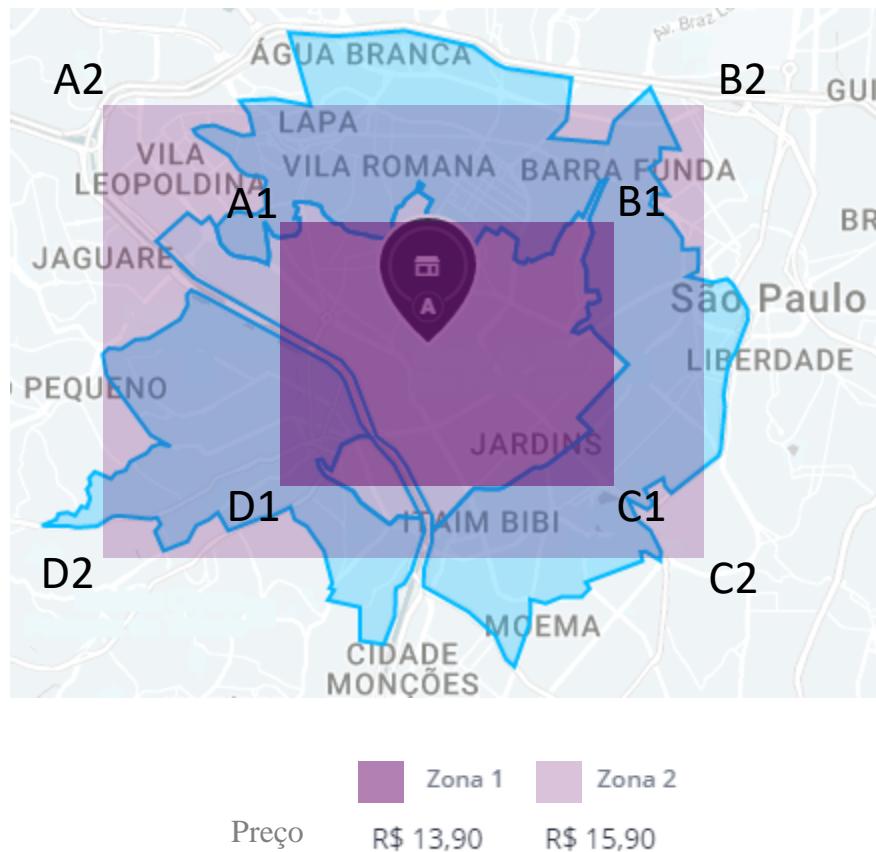
- Das 310 entregas feita pela CongeladosCo no mês de agosto, 233 foram no Centro Expandido, 59 na Área Periférica e 18 na Grande São Paulo Próxima.
 - Custo Total dessa opção de transporte: R\$ 6.521,00
 - Custo médio por entrega: R\$21,04
 - Custo mínimo de 1 entrega: R\$20,00
 - Custo máximo de uma entrega: R\$ 28,00

*Disponível em https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1CSR0igB-pRh_HncxmfzJ_SLCnM&hl=en_US. Acessado em 28/09/2016

6.3. EMPRESA B

Como o modelo de cobrança da empresa B é personalizado para a CongeladosCo, não é viável fazer uma análise digitando todos os endereços de entrega na plataforma da empresa B para verificar preço por entrega. Logo, para poder fazer essa simulação, foi feita uma aproximação do modelo de cobrança, conforme mostra a Figura 14 a seguir:

Figura 14 – Adaptação do modelo de cobrança da Empresa B



Fonte: Empresa B (2016)

Fazendo a aproximação mostrada na Figura 14 acima, é possível identificar de maneira rápida todos os pontos que estão na Zona 1 e na Zona 2 por meio das coordenadas geográficas. Os pontos destacados na Figura 14 possuem as seguintes coordenadas geográficas (mostradas na Tabela 18):

Tabela 18 – Coordenadas geográficas dos pontos destacados na Figura 14

Pontos	Latitude	Longitude
A1	-23,5386164	-46,7169251
B1	-23,5386164	-46,659869
C1	-23,5785258	-46,659869
D1	-23,5785258	-46,7169251
A2	-23,5221041	-46,7411417
B2	-23,5221041	-46,6458175
C2	-23,5908606	-46,6458175
D2	-23,5908606	-46,7411417

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Com essas coordenadas, foi possível identificar para todas as entregas quais estavam na zona 1 e quais estavam na zona 2. Para os pontos fora de ambas as zonas, é necessário calcular o preço dessa entrega por meio da fórmula da empresa, que possui a distância percorrida como um dos parâmetros.

Logo, é necessário determinar qual a distância percorrida pelo entregador para atender às entregas que não estão dentro de alguma zona. Essa distância pode ser calculada a partir do endereço da sede da CongeladosCo, mas, como a plataforma da empresa permite a roteirização dos endereços, essa distância pode ser reduzida se o ponto de partida for algum outro endereço de entrega e não o da sede da companhia.

Para se calcular a distância percorrida pelo entregador foi feito o seguinte procedimento descrito a seguir:

Figura 15 – Separação do mapa de São Paulo em 4 quadrantes



Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

- Separou-se todos os endereços em 4 quadrantes, conforme mostra a Figura 15 a seguir.
- Para cada período de entrega, os pontos pertencentes ao mesmo quadrante foram roteirizados¹¹ (para esse procedimento foi utilizada a mesma ferramenta Excel que roteirizou as entregas do motoqueiro próprio no item 6.2 deste trabalho).
- Com isso, obteve-se a distância percorrida para se atender todos os pontos que não pertencem a nenhuma zona.
- Com essa distância foi possível calcular o preço dessas entregas por meio da fórmula:

$$\text{Custo da Entrega} = 7,80 + 1,87 * \text{Distância.}$$

¹¹ É importante se atentar para a capacidade máxima do baú da moto (R\$900,00). Caso esse limite seja excedido, a roteirização tem de ser dividida.

Sabe-se que por meio deste procedimento o resultado obtido não será otimizado, uma vez que podem haver pontos muito próximos e que deveriam ser roteirizados juntos, mas que não foram pois pertencem a quadrantes diferentes.

Para a validação deste procedimento o especialista Professor Dr. Hugo Yoshida foi consultado durante o desenvolvimento deste trabalho. Uma das propostas sugeridas pelo professor para minimizar o erro foi de utilizar divisões aleatórias que não fossem apenas os eixos destacados na Figura 15 e fazer uma média do custo calculado. Devido à complexidade envolvida nessa sugestão e ao tempo escasso disponível de desenvolvimento do trabalho, essa sugestão não foi adotada.

Além disso, como foi visto na revisão bibliográfica deste trabalho, o problema de roteirização possui complexidade exponencial e, portanto, se todos os pontos fossem roteirizados sem essa separação por quadrante, a ferramenta utilizada não seria capaz de encontrar uma solução para os pontos em questão.

Por meio deste procedimento, o resultado obtido foi o seguinte:

- Custo Total dessa opção de transporte: R\$ 6.480,54
- Custo médio por entrega: R\$20,90
- Custo mínimo de 1 entrega: R\$8,17
- Custo máximo de uma entrega: R\$ 72,13

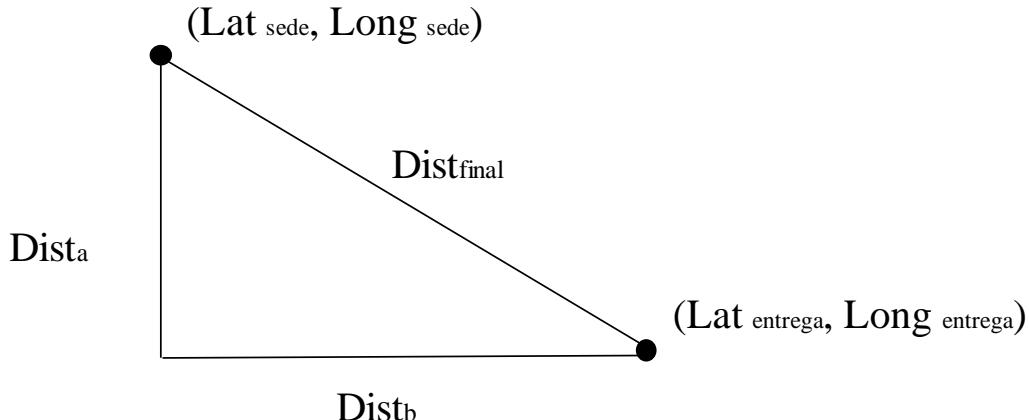
6.4. EMPRESA C

A empresa C cobra seus clientes com base na distância em linha reta do endereço da entrega em relação ao ponto de partida, lembrando que a sua plataforma não permite roteirizar o percurso.

Portanto, para simular o custo dessa opção foi utilizada uma rotina do Microsoft Excel que retorna as coordenadas geográficas do endereço digitado. Dessa maneira, será possível obter as coordenadas geográficas de todos os endereços de entrega da CongeladosCo, assim como a coordenada da sua sede.

Com base nas coordenadas geográficas, é possível calcular a distância em linha reta entre os pontos fazendo uma regra de três. Na Figura 16 a seguir é mostrado um exemplo do método utilizado:

Figura 16 – Exemplo de cálculo de distância em linha reta



Fonte: Elaborado pelo autor

- Coordenada geográfica da sede da CongeladosCo: $(Lat_{sede}, Long_{sede})$
- Coordenada geográfica de uma entrega: $(Lat_{entrega}, Long_{entrega})$.
- Raio da Terra em quilômetros: R

Para calcular a distância entre os dois pontos, foi utilizada a seguinte fórmula¹²:

$$Dist_a = \frac{Lat_{sede} - Lat_{entrega}}{2\pi R} \quad (2) \quad Dist_b = \frac{Long_{sede} - Long_{entrega}}{2\pi R} \quad (3)$$

$$Dist_{final} = \sqrt{(Dist_a)^2 + (Dist_b)^2} \quad (4)$$

Aplicando as fórmulas (2), (3) e (4) para todos os pontos de entrega, obtemos o seguinte resultado:

¹² Nessa fórmula, a curvatura da Terra é desconsiderada. Como as distâncias são pequenas em relação ao raio da Terra, essa distorção não é tão acentuada.

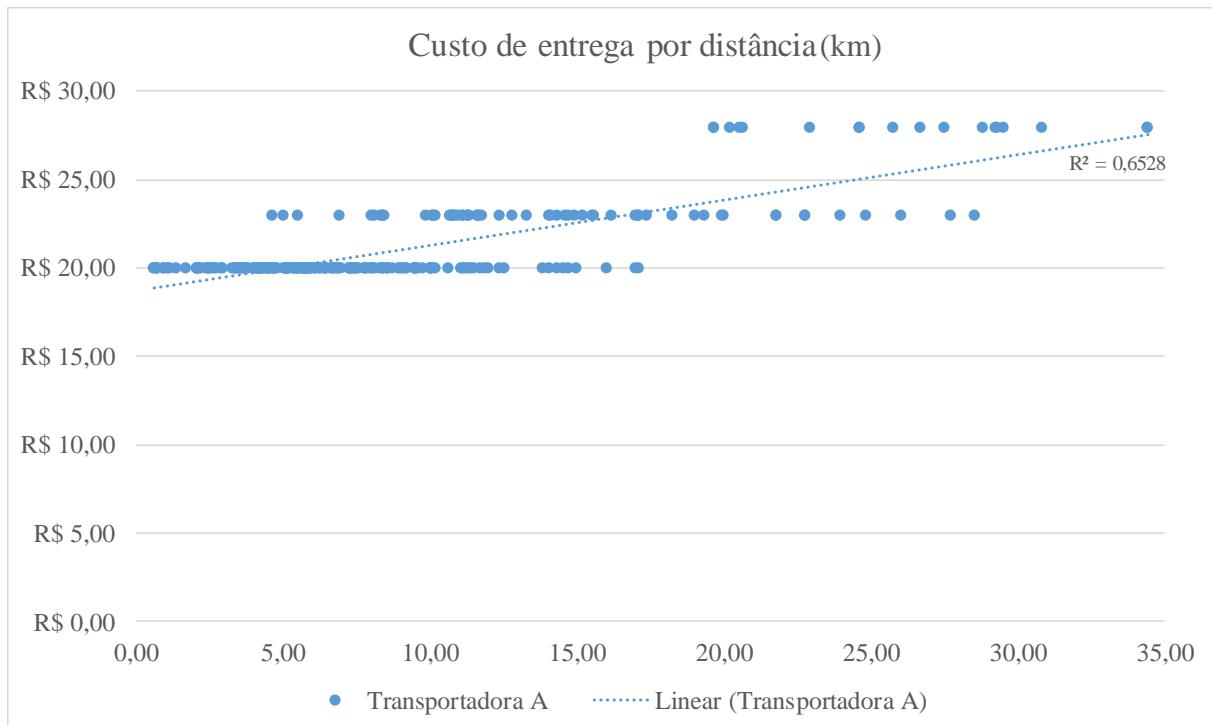
- Custo Total dessa opção de transporte: R\$ 8.872,50
- Custo médio por entrega: R\$28,62
- Custo mínimo de 1 entrega: R\$12,90
- Custo máximo de uma entrega: R\$ 128, 27

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na seção 6 deste trabalho, foi feita uma simulação considerando todas as entregas sendo feita por uma das opções de transporte analisadas. Porém, não necessariamente todas as entregas têm de ser feitas por apenas uma das opções.

Com o objetivo de melhorar a compreensão desses resultados, será feita uma análise da variação do custo por entrega dessas opções em relação à distância do ponto de entrega da sede da CongeladosCo. O Gráfico 13 a seguir mostra essa variação para a opção de transporte “Transportadora A”.

Gráfico 13 - Custo de entrega da Transportadora A em relação à distância da CongeladosCo

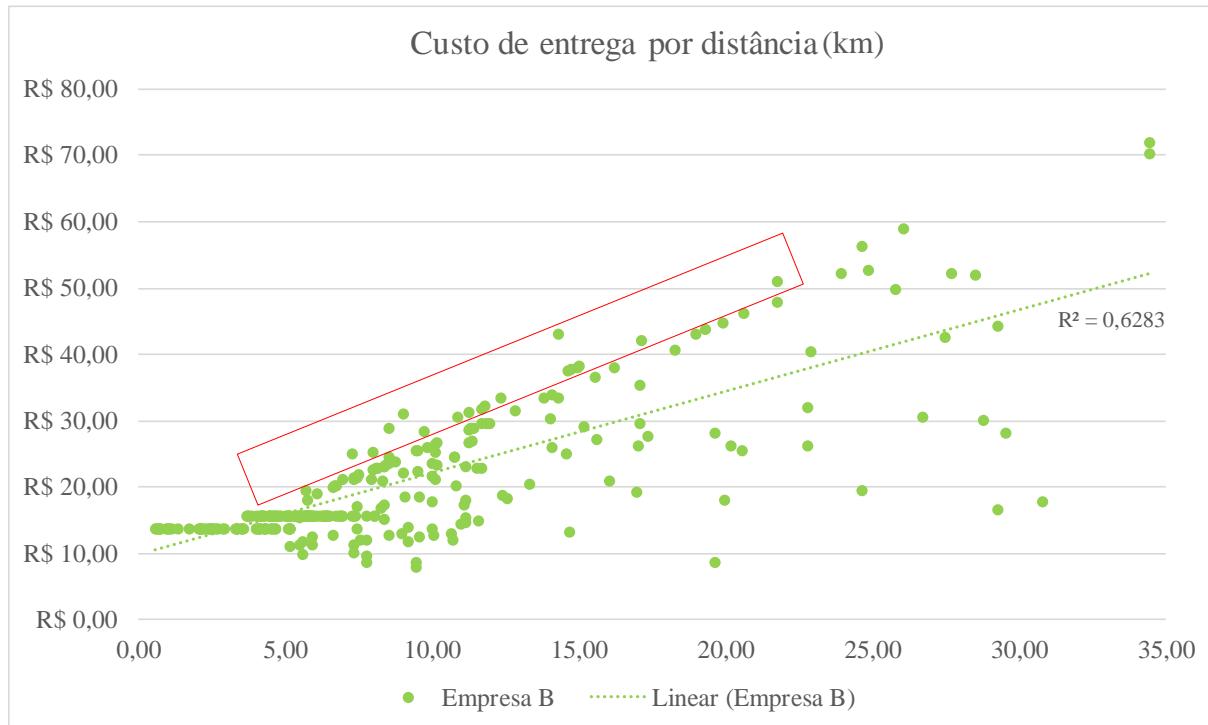


Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

É importante notar que nessa opção de transporte, a variação do custo em relação à distância não é tão acentuada. Além disso, não necessariamente entregas mais caras estão localizadas longe da CongeladosCo, uma vez que sua sede não está localizada no meio do Centro Expandido de São Paulo e existem alguns pontos na zona periférica de São Paulo mais distantes da sede do que pontos em Barueri e ABC.

No Gráfico 14 a seguir é mostrada a variação do custo por entrega da opção “Empresa B”.

Gráfico 14 - Custo de entrega da Empresa B em relação à distância da CongeladosCo



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Para essa opção de transporte, o preço varia muito com o aumento da distância, uma vez que para entregas fora das zonas 1 e 2, o preço é calculado com base nos quilômetros percorridos.

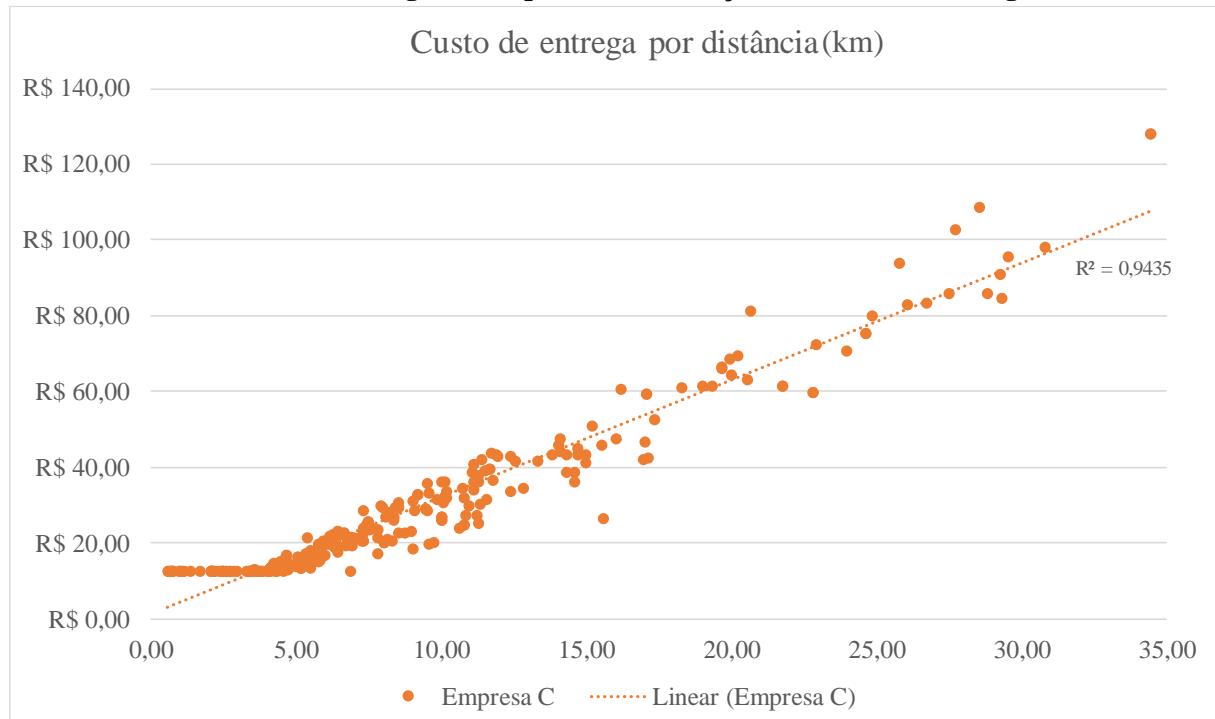
É possível notar no Gráfico 14 a concentração de entregas com preços R\$13,90 e R\$15,90, que são relativos às entregas dentro das zonas 1 e 2 respectivamente. Nota-se também um aumento linear de alguns pontos que são calculados por meio da fórmula da empresa, porém pode-se perceber que muitos pontos possuem preços mais baixos mesmo sendo mais distantes. Isso ocorre devido à possibilidade de roteirização da plataforma da empresa B, que permite que entregas próximas sejam enviadas por um mesmo motoboy e consequentemente possuem um preço reduzido.

Há alguns casos em que ocorre o inverso: entregas que se fossem calculadas com a distância da sede da CongeladoCo seriam mais baratas do que custaram com a roteirização. Esses pontos estão destacados dentro do quadrado vermelho no Gráfico 14 e podem ser explicados pelo fato de que alguns pontos são mais distantes saindo do primeiro ponto de

entrega do que saindo da sede da empresa, mesmo sendo roteirizados dentro de um quadrante. Devido a essas variações de preço com a roteirização, o R^2 desse gráfico não é tão alto ($R^2=0,6283$).

A mesma análise foi feita também para a empresa C e o seu resultado está mostrado no Gráfico 15 abaixo.

Gráfico 15 - Custo de entrega da Empresa C em relação à distância da CongeladosCo



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

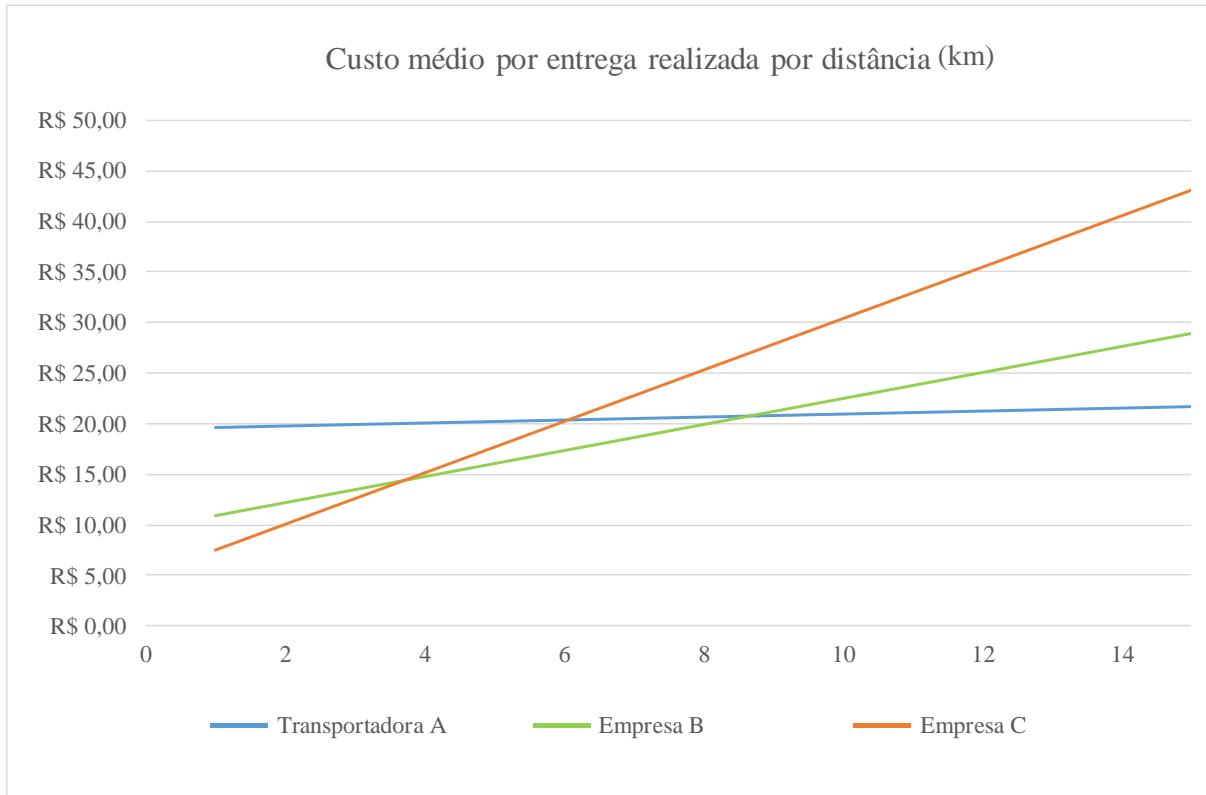
A variação de preço com a distância é ainda maior para a empresa C e isso pode ser observado pelo alto valor do R^2 , que é muito próximo de 1. Em alguns casos o custo não é maior para maiores distâncias, pois essa empresa utiliza a distância em linha reta para calcular o preço de sua corrida e o gráfico mostra a variação do preço em relação à distância percorrida.

A opção de se contratar um motoqueiro próprio não foi mostrada dessa maneira, pois ela possui uma especificação diferente das outras opções: possui um preço fixo e o custo por entrega depende do número de entregas feitas pelo funcionário.

Com o objetivo de comparar o preço das opções disponíveis, as variações de preço por distância de cada opção foram plotadas juntas no Gráfico 16, mas mostrando apenas as entregas de até 15 quilômetros de distância (elas compreendem mais de 80% do volume total de entregas

da CongeladosCo conforme mostra o Gráfico 9 neste trabalho e, portanto, são as entregas com maior impacto no custo total).

Gráfico 16 – Linhas de tendência do custo de entrega por distância de três opções analisadas



Fonte: Elaborado pelo autor

É importante notar no Gráfico 16 que, para entregas entre 0 e 4 quilômetros aproximadamente, a empresa C possui o melhor preço. Para entregas entre 4 e 9 quilômetros, a empresa B parece ser mais vantajosa e, a partir dessa distância, a transportadora A é a mais barata.

Neste trabalho, também serão levados em consideração os critérios qualitativos que foram analisados na seção 5 deste trabalho. A Tabela 19 a seguir resume a pontuação de cada alternativa em relação aos critérios qualitativos selecionados:

Tabela 19 – Pontuação de cada alternativa em relação aos critérios qualitativos

Eabaixo de 4km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	*	*	*	*	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	5,18	5,42	5,97	4,58	

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se notar analisando a Tabela 19 que a opção de transporte que possui a melhor nota em relação aos critérios qualitativos é a empresa B. Porém, como o custo é o segundo critério mais relevante dessa análise, não se pode afirmar que essa é a melhor opção para a CongeladosCo, uma vez que a diferença na pontuação de custo pode implicar na escolha de outra alternativa de transporte.

Conforme visto nesta seção do presente trabalho, o custo tem uma variação significativa com a distância. Portanto, para a atribuição da nota deste critério, foi feita uma análise a parte para cada intervalo de distância do endereço de entrega.

A análise foi dividida em 3 partes: a primeira com entregas entre 0 e 4 quilômetros de distância (onde a empresa C é mais barata), a segunda com os pedidos compreendidos entre 4 e 9 quilômetros de distância (em que a empresa B é mais barata) e a terceira contém os pedidos

* O critério custo não foi incluso nesta tabela, pois ainda não foi determinada a melhor opção de transporte em relação a este critério

com mais de 9 quilômetros de distância (onde a transportadora A possui o melhor preço). Para cada um desses trechos foi calculado o custo médio por entrega.

Para a opção de transporte “motoqueiro próprio” é necessário calcular o custo médio por entrega, que irá variar de acordo com a distância das entregas que lhe forem atribuídas. Com base nas entregas feitas no mês de agosto, foi possível observar que o motoqueiro anda em média 150 quilômetros por dia, ou 75 quilômetros por período. Logo, se o motoqueiro ficar encarregado de entregas mais próximas, poderá realizar mais entregas e o custo por entrega será menor.

Para cada um dos trechos analisados nesta seção do trabalho, o número de entregas foi aproximado da seguinte forma:

- Com base nas observações feitas em agosto, sabe-se que o motoqueiro consegue fazer aproximadamente 8 entregas por período para entregas próximas (entre 0 e 4 quilômetros);
- Para entregas localizadas entre 4 e 9 quilômetros, observou-se que o motoqueiro é capaz de realizar aproximadamente 6 entregas por período.
- Quando as distâncias são maiores do que 9 quilômetros, o motoqueiro consegue realizar aproximadamente 5 entregas por período. É importante ressaltar que é possível realizar esse número de entregas considerando Barueri e ABC porque as entregas para essas regiões são feitas apenas uma vez na semana e, portanto, são concentradas em apenas um dia, o que possibilita que 5 entregas sejam feitas em um período.

Ao se calcular o custo médio por entrega por distância da CongeladosCo e fazendo essas aproximações para a opção “motoqueiro próprio”, a Tabela 20 foi obtida como resultado.

Tabela 20 – Custo médio das entregas em relação à distância da sede CongeladosCo

Distância	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C
Entre 0 e 4km	R\$ 10,31	R\$ 20,00	R\$ 14,10	R\$ 12,91
Entre 4km e 9km	R\$ 13,75	R\$ 20,18	R\$ 16,64	R\$ 18,69
Mais de 9km	R\$ 16,50	R\$ 22,70	R\$ 29,47	R\$ 49,48

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

A atribuição da pontuação relativa ao critério custo foi feita da seguinte maneira:

- A opção mais barata recebeu pontuação máxima.
- A pontuação das demais opções foi calculada como a razão entre o preço da opção mais barata e o seu preço.

Com isso, obtém-se a Tabela 20 com as notas relativas ao critério “custo” para cada uma das faixas de distância.

Tabela 21 – Notas relativas ao critério custo para cada faixa de distância

Distância	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C
Entre 0 e 4km	10,00	5,16	7,31	7,99
Entre 4km e 9km	10,00	6,81	8,26	7,36
Mais de 9km	10,00	7,27	5,60	3,33

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Inserindo essa nota na tabela de pontuação, obtém-se as tabelas Tabela 23, Tabela 22 e Tabela 24 com as notas finais de cada uma das opções para as faixas de distância escolhida.

Tabela 23 - Pontuação das opções para distâncias menores de 5km

Abaixo de 4km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	5,16	7,31	7,99	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	6,73	7,84	6,62	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Tabela 22 – Pontuação das opções para distâncias entre 4km e 9km

Entre 4km e 9km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	6,81	8,26	7,36	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	7,16	8,08	6,46	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Tabela 24 - Pontuação das opções para distâncias maiores de 9km

Acima de 9km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	7,27	5,60	3,33	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	7,27	7,40	5,43	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Pode-se concluir que para menores distâncias, a melhor opção de transporte para a CongeladosCo é a empresa B. Além de possuir a melhor pontuação em relação aos critérios qualitativos, ainda possui o segundo melhor preço para entregas entre 4 e 9 quilômetros de distância da sede da empresa.

Quando as distâncias são maiores, a empresa B passa a ser a segunda melhor opção, perdendo espaço para o motoqueiro próprio, que possui um preço mais competitivo para distâncias maiores. Esse preço deve sofrer uma alteração, pois, na análise feita, o preço considerado foi baseado em uma aproximação do número de entregas que podem ser feitas pelo motoboy.

O problema gerado pela escolha dessa opção é saber se apenas um motoqueiro próprio é capaz de atender a todas as entregas com mais de 9 quilômetros de distância da CongeladosCo. No mês de agosto, foram 109 entregas com essa característica. Em 5 períodos o número de pedidos com mais de 9km seria maior do que 5, o que muito provavelmente impossibilitaria o motoqueiro de fazer todas as entregas com mais de 9 quilômetros. Nesses dias, as entregas que

não puderem ser atribuídas ao motoqueiro próprio devem ser feitas pela empresa B, que possui a segunda melhor pontuação para as entregas com essa característica.

Além disso, em alguns dias o motoqueiro ficaria ocioso, pois o número de entregas com mais de 9 quilômetros não seria suficiente para preencher todo o tempo disponível que ele possui. Nesse caso, como o custo com o motoqueiro é fixo, deve-se atribuir mais entregas para que ele não fique ocioso, mesmo que a distâncias dessas forem menores do que 9 quilômetros.

Com a adoção dessa política para a escolha dos recursos disponíveis para se fazer as entregas da CongeladosCo, o resultado financeiro seria:

- Custo com as entregas da empresa B: R\$ 2.244,46
- Custo com o motoqueiro próprio: R\$3.300
- Custo total dessa opção: R\$5.544,46
- Redução em relação aos recursos utilizados no mês de agosto: 1 - R\$5.544,46/ R\$6.110,00 = 9,26%

Sabe-se que o resultado obtido não é um resultado otimizado e ainda há espaço para melhorias, uma vez que algumas premissas foram adotadas para se fazer as análises propostas neste trabalho.

No entanto, com o estudo proposto, foi possível adicionar inteligência ao se atribuir os recursos disponíveis para fazer as entregas, o que trouxe não apenas ganhos financeiros, mas também uma melhoria nos critérios qualitativos das entregas feitas pela empresa. Como visto anteriormente, o critério nível de serviço por exemplo foi eleito como mais importante do que o custo para a CongeladosCo.

Ao se analisar os resultados, uma das recomendações que pode ser dada à empresa é mudar o valor de frete cobrado, tornando-o variável com o CEP do endereço de entrega, uma vez que o custo para realizar a entrega é maior quando as distâncias aumentam.

A implementação da cobrança de um frete variável com CEP implica em mudanças no site da empresa. No entanto, de acordo com os sócios da empresa, essa mudança no site é inviável, pois a empresa parceira que o administra não possui o conhecimento necessário para implementar tal estratégia.

Antes de se concluir o trabalho, será feita uma simulação de custo com as entregas de setembro da CongeladosCo, uma vez que durante o desenvolvimento deste trabalho as

informações de entrega deste mês foram armazenadas e poderá ser utilizada para a verificar se o resultado alcançado neste trabalho irá se manter com o aumento crescimento da empresa.

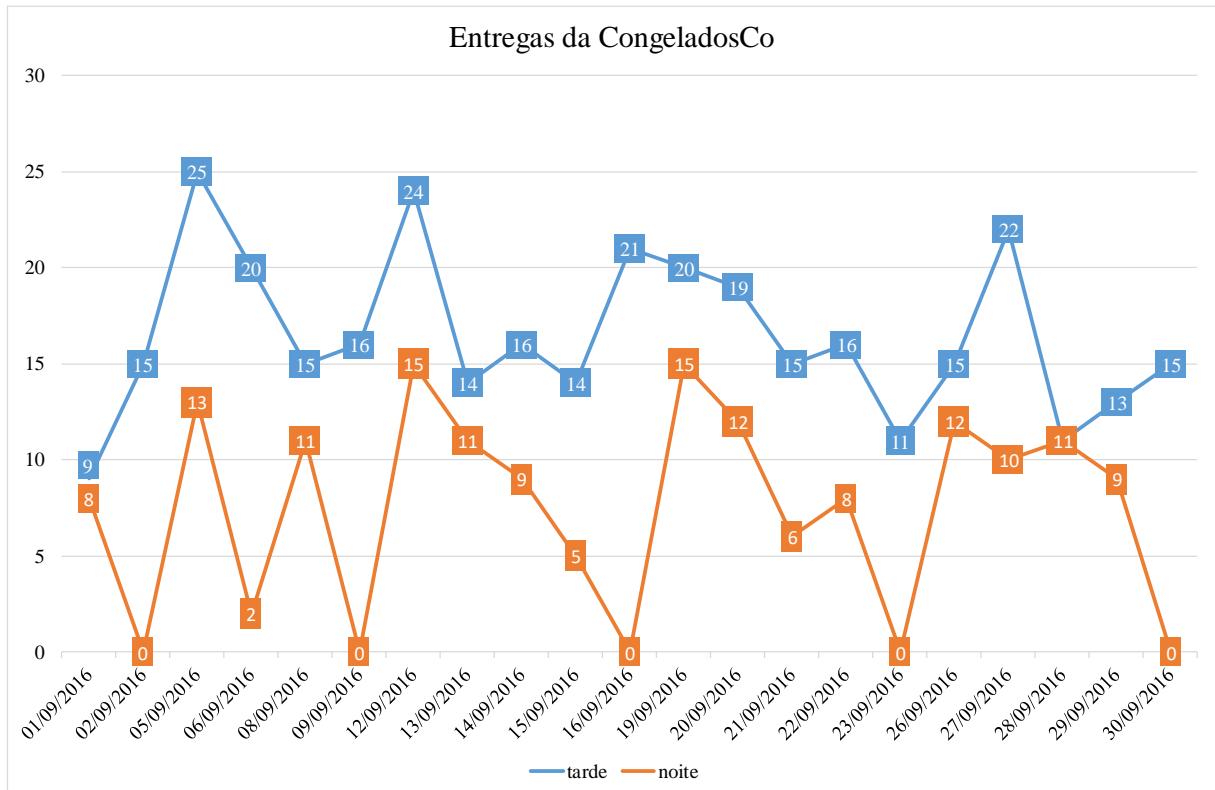
8. SIMULAÇÃO FUTURA DE CUSTO

O volume de pedidos da CongeladosCo durante o mês de setembro foi:

- 617 pedidos feitos
- Menos 104 pedidos marcados para retirada
- Menos 11 pedidos com o mesmo endereço na mesma data
- **TOTAL:** 502 entregas

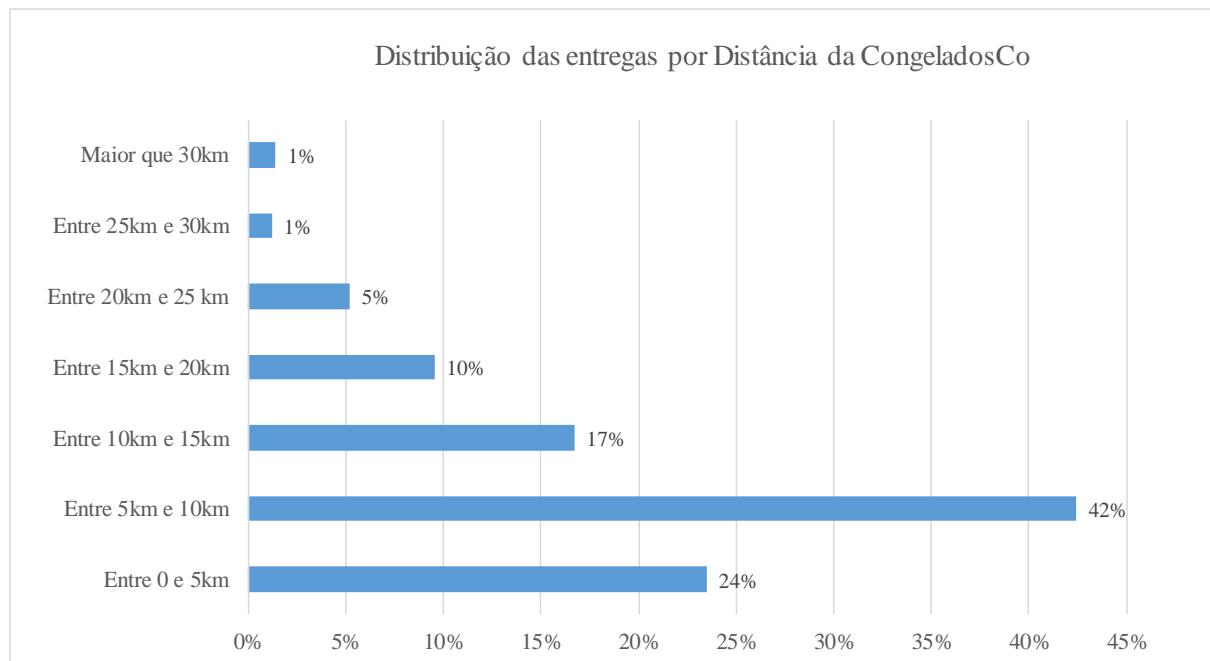
Pode-se notar que o aumento do número de entregas foi significativo (aumento de 62% no número de entregas) em relação ao mês de agosto. O Gráfico 17 abaixo mostra as entregas distribuídas entre os dias e período.

Gráfico 17 - Distribuição por período das entregas da CongeladosCo no mês de setembro



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

A distribuição das entregas em relação à distância da sede da CongeladosCo é mostrada no Gráfico 18 abaixo:

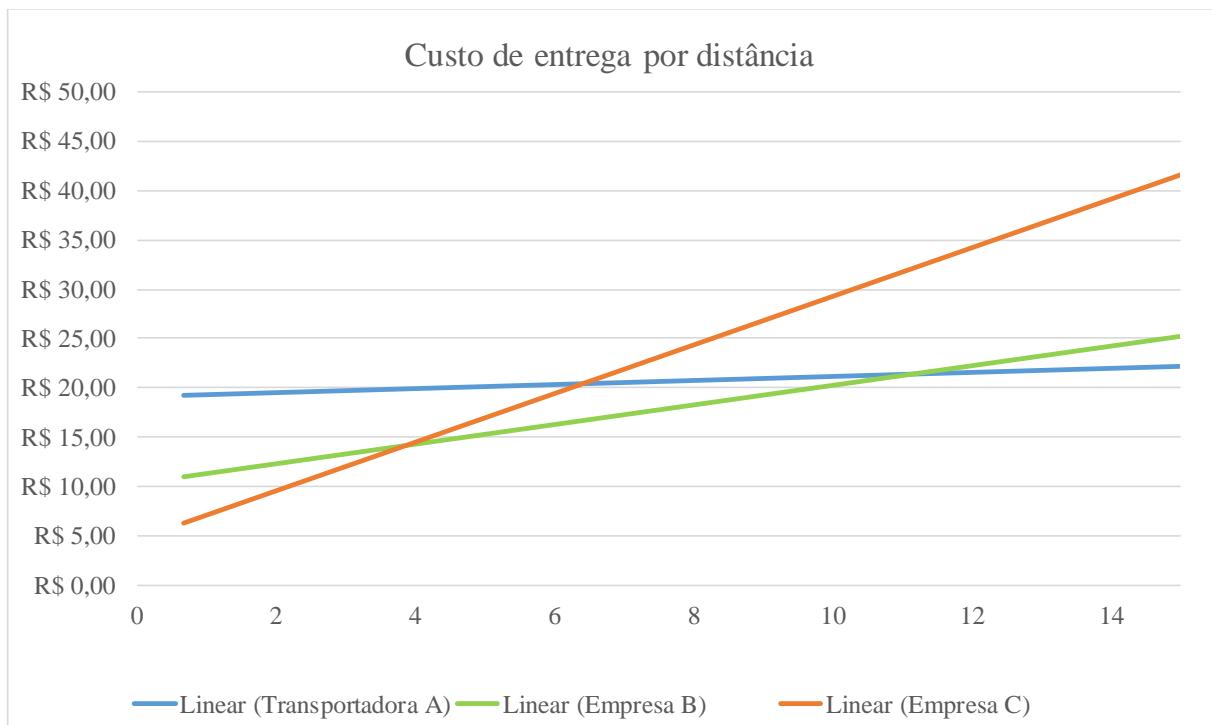
Gráfico 18 – Distribuição das entregas de setembro da CongeladosCo por distância da sede

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Pode-se notar que a distribuição das entregas em relação à distância se manteve semelhante ao que foi apresentado no mês de agosto, ou seja, as entregas continuaram se concentrando em sua grande maioria em um raio de 10km da sede da CongeladosCo (o número de pedidos nesse raio inclusive aumentou um pouco mais do que os pedidos distantes).

Em relação à simulação de custo para esse mês, foi feito o mesmo procedimento descrito na seção 6 deste trabalho para todas as opções de transporte. O resultado obtido é mostrado no a seguir (a simulação deste mês da variação do custo de entrega por distância para cada uma dessas opções é mostrada no apêndice deste trabalho).

Gráfico 19 - Linhas de tendência do custo de entrega por distância de três opções analisadas para o mês de setembro



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Nota-se no Gráfico 19 que para distâncias mais curtas (entre 0 e 4km), a empresa C continua sendo a mais vantajosa entre as três mostradas e para distâncias intermediárias (entre 4km e 11km), a empresa B é mais barata e para maiores distâncias (acima de 11km), a transportadora A é a de menor custo.

Logo, a relação de custo com um maior número de entregas se manteve. Houve uma pequena mudança em relação à faixa em que a empresa B é mais barata que a transportadora A (antes a transportadora A era mais vantajosa a partir de pontos de entrega com mais de 9km de distância), que pode ser percebida analisando a fórmula de cada uma das linhas de tendências.

Tabela 25 – Fórmula das linhas de tendência de cada uma das opções de transporte

Mês	Transportadora A	Empresa B	Empresa C
Agosto	$y = 0,256x + 18,771$	$y = 1,2321x + 9,6796$	$y = 3,0861x + 1,3248$
Setembro	$y = 0,235x + 18,93$	$y = 0,9826x + 10,786$	$y = 2,5609x + 4,8025$

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

É interessante notar que a inclinação de todas as opções diminuiu, porém a empresa B possui a maior diferença entre inclinações (20% a menos em setembro comparado ao mês de agosto). Isso pode ser explicado principalmente devido à roteirização das entregas, o que possibilita que entregas próximas sejam feitas juntas e por um custo menor. Por isso que a faixa em que a empresa B é mais barata que a transportadora A aumentou.

Ao se incluir o resultado obtido nas matrizes de análise multicritério, da mesma maneira que foi feito na seção 7 deste trabalho, se obtém o seguinte resultado:

Tabela 26 – Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias abaixo de 4km

Abaixo de 4km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	5,16	7,28	7,99	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	6,73	7,83	6,62	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Tabela 28 - Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias entre 4km e 11km

Entre 4km e 11km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	6,77	8,35	6,47	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	7,14	8,10	6,23	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Tabela 27 - Pontuação das opções no mês de setembro para distâncias maiores que 11km

Acima de 11km	Motoqueiro próprio	Transportadora A	Empresa B	Empresa C	Prioridades
Confiabilidade	8	7	8	7	0,17
Custo	10,00	7,07	5,50	3,18	0,26
Assistência na resolução de problemas	10	3	8	6	0,08
Nível de serviço	7	9	9	5	0,27
Capacidade	4	10	7	6	0,02
Precisão do horário de entrega	6	4	9	7	0,04
Velocidade	9	5	8	7	0,08
Esforço de gestão	2	9	5	7	0,09
NOTA FINAL	7,74	7,22	7,37	5,39	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Os resultados obtidos da melhor opção para se realizar as entregas mantêm-se o mesmo que o mês de agosto. Apesar de algumas mudanças nas faixas de distância em que a empresa B é mais barata do que a transportadora A, a opção “motoqueiro próprio” continua sendo a mais vantajosa para se realizar pedidos de longa distância e a empresa B continua sendo a melhor opção para distâncias menores.

9. CONCLUSÃO

9.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande desafio envolvido no desenvolvimento deste trabalho foi trazer a uma publicação acadêmica todas as dificuldades enfrentadas na gestão de transportes de uma empresa.

Sabe-se que existem diversas técnicas de se otimizar o custo de entregas, porém nem sempre as questões qualitativas são levadas em consideração. O resultado obtido deste trabalho está sendo aplicado atualmente na empresa e pôde-se verificar uma melhoria significativa na qualidade das entregas da CongelaodosCo.

Foi possível identificar no desenvolvimento do trabalho que a opção mais barata (motoqueiro próprio) não é necessariamente aquela que deve ser adotada para todas as entregas da empresa, devido ao esforço de gestão envolvido na escolha dessa opção e a alta variabilidade do número de entregas da empresa.

Foi observado também que as entregas mais próximas podem ser feitas com um custo aproximado pela empresa B, de forma que o esforço de gestão diminua显著mente e outros critérios qualitativos sejam melhorados também.

Conforme citado neste trabalho, o negócio principal da empresa B é realizar entregas para seus clientes e, portanto, possui treinamentos específicos para seus funcionários com este objetivo, de forma que o nível de serviço oferecido pela empresa seja muito alto (o critério nível de serviço foi eleito como sendo o mais importante para a CongeladosCo).

Em relação ao custo envolvido, notou-se que a diminuição de 9% não é muito significativa em termos de valores absolutos (economia de R\$565,54 para a empresa). Porém, foi feita uma simulação semelhante para o mês de setembro e notou-se que, com o aumento do número de entregas, há uma diminuição ainda maior do custo por entrega da empresa B.

Logo, é esperado que o objetivo de reduzir o custo logístico da companhia seja alcançado com o aumento do número de entregas (que tem sido acentuado para a empresa em estudo), o que irá permitir que as entregas próximas sejam feitas juntas e por um preço reduzido.

9.2. FERRAMENTA DE DECISÃO

Com o objetivo de auxiliar os gestores da CongeladosCo na decisão de transporte no dia-a-dia da empresa, foi desenvolvida uma ferramenta de suporte para agilizar a tomada de decisão de qual recurso utilizar de acordo com as entregas do dia.

A ferramenta possui alguns parâmetros que devem ser inseridos antes, como endereço de origem, sua latitude e longitude, os intervalos de distância que devem ser considerados e o recurso utilizado para cada uma dessas faixas de distância. A Figura 17 a seguir mostra um exemplo de preenchimento desses parâmetros na ferramenta.

Figura 17 – Parâmetros que devem ser inseridos na ferramenta

Origem	Av. Prof. Luciano Gualberto, 3, Butantã, São Paulo
Latitude	-23,558113
Longitude	-46,6913528
Distâncias menores do que	4
Distâncias maiores do que	9
Menores do que 4km	Empresa B
Entre 4km e 9km	Empresa B
Menores do que 9km	Motoqueiro próprio

Fonte: Elaborado pelo autor

Após o preenchimento desses parâmetros, é necessário informar os endereços de entrega. Como resultado, a ferramenta irá retornar quais endereços tem de ser feitos por qual recurso, além do quadrante em que esse endereço está inserido, para que a roteirização seja feita de maneira mais rápida.

A Figura 18 a seguir mostra um exemplo dos endereços inseridos e o resultado obtido, lembrando que os campos que estão em cinza na figura são inseridos pelo usuário, enquanto que os campos em branco são as respostas fornecidas pela ferramenta.

Figura 18 – Exemplo de resultado obtido pela ferramenta

ID	Endereço	Distância	Latitude	Longitude	Quadrante	Recurso
2352	Rua Alves Guimaraes, 1120, Pinheiros, São Paulo	7,967	-23,5531993	-46,6800099	Q2	Empresa B
2492	Rua Corinto, 543, Butantã, São Paulo	4,147	-23,5707708	-46,5372793	Q4	Empresa B
2479	Avenida Intendentes, 4455, Jardim Umuarama, São Paulo	21,179	-23,6856442	-46,6930502	Q4	Motoqueiro próprio
2413	Avenida Professor Fonseca Rodrigues, 960, Alto de Pinheiros, São Paulo	5,224	-23,5466646	-46,7161707	Q1	Empresa B
2454	Rua Carlos Weber, 950, Vila Leopoldina, São Paulo	8,102	-23,5288101	-46,7298308	Q1	Empresa B
2498	Rua Martinico Prado, 142, Vila Buarque, São Paulo	10,225	-23,5427194	-46,6527118	Q2	Motoqueiro próprio
2463	Avenida Brigadeiro Luis Antônio, 323, Bela Vista, São Paulo	10,799	-23,5555745	-46,6378991	Q2	Motoqueiro próprio
2448	Rua Canadá, 301, Jardim América, São Paulo	8,529	-23,5721246	-46,6667335	Q3	Empresa B
2491	Alameda Lorena, 559, Jardim Paulista, São Paulo	9,433	-23,5701548	-46,6593448	Q3	Motoqueiro próprio
2461	Alameda Santos, 700, Cerqueira César, São Paulo	9,314	-23,567899	-46,650432	Q3	Motoqueiro próprio
2394	Rua Marcos Lopes, 132, Vila Nova Conceição, São Paulo	9,993	-23,5963335	-46,6711634	Q3	Motoqueiro próprio
2497	Rua Bela Cintra, 495, Bela Vista, São Paulo	11,749	-23,5628311	-46,6462595	Q3	Motoqueiro próprio
2411	Rua Samuel Morse, 74, Cidade Monções, São Paulo	11,026	-23,6113009	-46,6939789	Q4	Motoqueiro próprio
2455	Avenida Doutor Cardoso de Melo, Vila Olímpia, São Paulo	9,32	-23,5990175	-46,6835185	Q3	Motoqueiro próprio
2404	Rua Michigan, 531, Cidade Monções, São Paulo	10,604	-23,6154418	-46,6839976	Q3	Motoqueiro próprio
2471	Rua Ampélio Dionísio Zocchi, 170, Morumbi, São Paulo	5,797	-23,5972712	-46,7080885	Q4	Empresa B

Definir opção de transporte

Fonte: Elaborado pelo autor

É importante destacar que a ferramenta é um recurso simples, que não verifica se as entregas que foram atribuídas ao motoqueiro conseguem ser completadas por ele. Logo, o seu resultado deve ser revisado, podendo ser modificado dependendo do número de entregas atribuídas ao motoqueiro próprio.

A ferramenta deve ser utilizada como suporte na alocação dos recursos disponíveis para realizar as entregas durante o dia-a-dia da empresa, de modo a facilitar a decisão no dia-a-dia por parte dos gestores da empresa.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** 5^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BORNIA, A. C.; WENKE, R. **A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais.** Revista Contabilidade & Finanças. FIPECAP – FEA – USP. V.14, n.25, p.60-71, jan/abr, 2001.
- COSTA, J. C.; LIMA, T. J. B.; MEZA, E. B. M.; TAMMELA, I. **Uso so método AHP clássico para auxiliar na escolha de um novo curso superior em um campus da UFF no interior,** Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 2014.
- CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais.** Departamento de Engenharia de Transporte. São Paulo: EPUSP, 2000.
- HESKETT, J. L.; JONES, T. O.; LOVEMAN, G.W.; SASSER, W. E.; SCHLESINGER; L. A. **Putting the Service-Profit Chain to Work.** Harvard Business Review. Boston, 1994
- FERNANDES, K. S. **Logística: Fundamentos e Processos.** Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008.
- TOMPKINS, J. A. **Facilities planning.** 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- REICHHELD, F. F.; SASSER, W.E. **Zero defections: Quality comes to service.** Harvard Business Review. Boston, 1990.
- LAPORTE, G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J.Y.; SEMET, F. **Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem, International Transactions in Operational Research.** v.7, pp. 285-300, 2000.
- LYSGAARD, J. **Clarke & Wright's Savings Algorithm.** Department of Management Science and Logistics. The Aarhus School of Business, 1997.
- MARINS, C. S.; SOUZA D. O.; BARROS, M. S. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso,** Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2009.

MOREIRA, R. A. Análise Multicritério dos Projetos do Sebrae/RJ através do Electre IV.
Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração e Economia, Faculdade de Economia e Finanças IBMEC, Rio de Janeiro, 2007.

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

PRADO, A. A. A. Análise de decisão multicritério aplicada na seleção de fornecedores de logística. 2011. Tese de mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, Katz Graduate School of Business, University of Pittsburgh, Pittsburgh 2008.

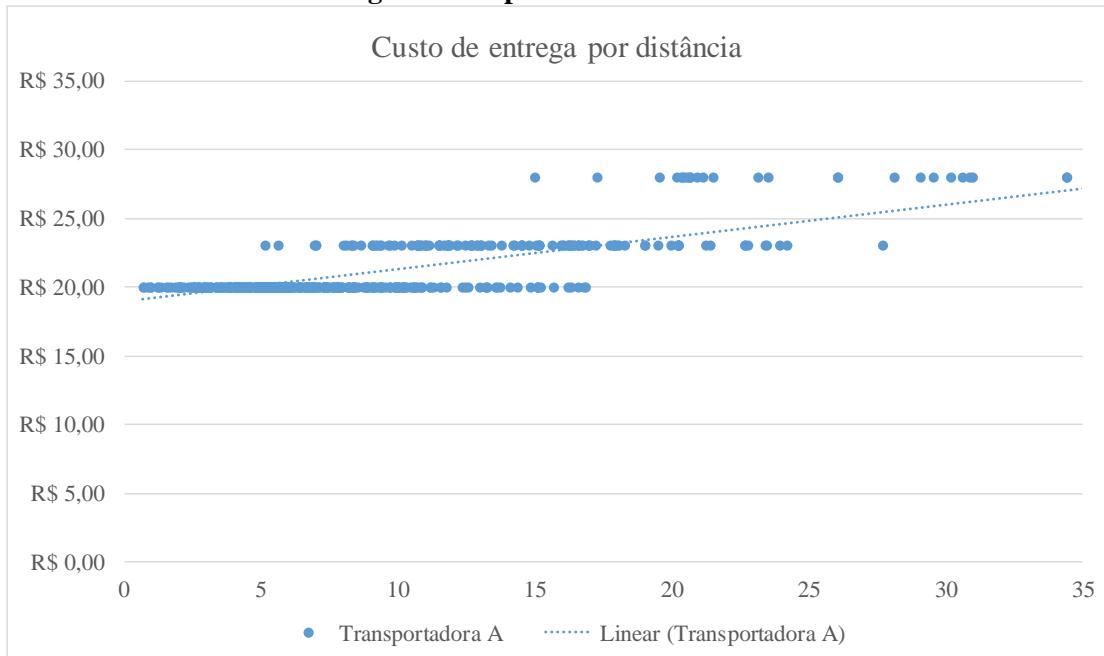
SALERNO, M. S. Avaliação e gestão de portfólio de projetos de inovação e de P&D.
Laboratório de Gestão da Inovação, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SONMEZ, M. A review and critique of supplier selection process and practices. Business School papers series 2006, vol. 1, Loughborough University, 2006.

VARGAS, R. Utilizando a programação multicritério (AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. 2010.

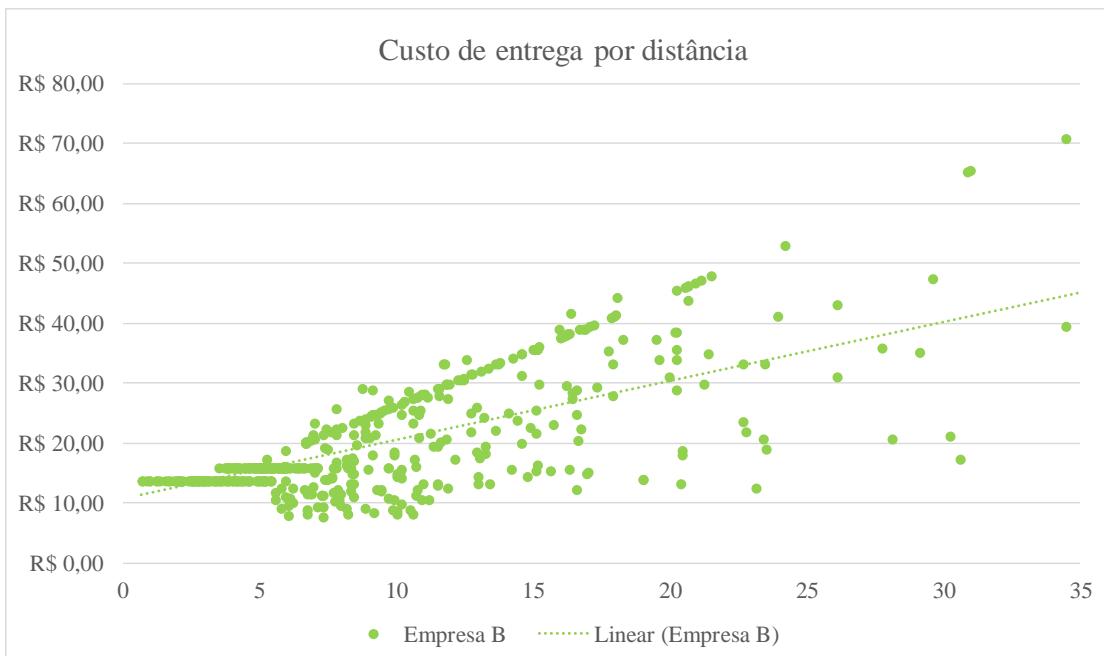
APÊNDICE A – GRÁFICOS DO CUSTO DE ENTREGA POR DISTÂNCIA NO MÊS DE SETEMBRO

Gráfico 20 - Custo de entrega da Transportadora A em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Gráfico 21 - Custo de entrega da Empresa B em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo

Gráfico 22 - Custo de entrega da Empresa C em relação à distância da CongeladosCo para o mês de setembro



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da CongeladosCo