

ESTUDO DE LOCALIZAÇÃO PARA UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO NA REGIÃO DE SÃO PAULO PARA OPERAÇÕES COM PRODUTOS HORTIFRUTI

Ester Divieso Roman Rodrigues

Orientador: Dr. Sérgio Loureiro

LALT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

As exigências dos consumidores são crescentes no que diz respeito ao consumo de produtos de qualidade. Para as empresas de hortifrúti as atividades de manuseio, armazenagem e transporte são complexas, pois se tratam de produtos altamente perecíveis. O objetivo deste trabalho é estudar a melhor localização de um Centro de Distribuição para uma empresa de hortifrúti com sede em Campinas, visando aumentar a eficiência das entregas para lojas de São Paulo. O artigo propõe o emprego do método de análise multicritério combinado a modelos clássicos de localização de instalações, como Modelo do Centro de Gravidade, para identificação da melhor localização para um Centro de Distribuição Urbano de mercadorias. Além das variáveis clássicas de custos operacionais são considerados aspectos relacionados à restrição de circulação de veículos. Concluiu-se que a nova instalação apresenta vantagens se implementada nas proximidades do bairro Santana, possibilitando maior eficiência de distribuição e oportunidade de crescimento na capital.

ABSTRACT

The demands of consumers are increasing being about to the consumption of quality products. For horticultural companies, the handling, storage and transport activities are complex because they are highly perishable products. The aim of this work is to study the best location of a Distribution Center for a hortifrúti company located in Campinas, seeking to increase the efficiency of the delivery operations to stores in São Paulo. The paper proposes the use of the multicriteria analysis method combined with classic models of location of facilities, such as Gravity Center Model, to identify the best location for an urban Freight Distribution Center. In addition to the classic variables of operational costs, are considered aspects related to the restriction of vehicle circulation. It was concluded that the new facility has advantages if implemented in the vicinity of the Santana neighborhood, allowing greater distribution efficiency and growth opportunity in the capital.

1. INTRODUÇÃO

A cada dia é maior a exigência do consumidor no que diz respeito à compra de produtos com alta qualidade e bom estado de conservação. Pode-se observar constantes mudanças dos distribuidores na tentativa de atender às necessidades da demanda, que vão muito além do transporte (Lima *et al.*, 2017). Para alguns tipos de produtos, como na rede de hortifrúti, atender às exigências dos clientes e manter a qualidade e conservação dos produtos é um desafio que envolve todas as atividades de manuseio, armazenagem e transporte desde o produtor até o consumidor final.

O segmento de hortifrúti trata da comercialização de frutas, legumes e verduras, conhecidos como FLV. Por se tratar de alimentos altamente perecíveis, os hortifrúti necessitam de uma cadeia de suprimentos que possibilite a sua distribuição, tentando evitar as perdas que ocorrem pela ausência da logística (Lima *et al.*, 2017). Cada hortifrúti possui uma maneira adequada para armazenagem e também um momento apropriado para ser consumido, com uma correta administração dessas atividades é possível aumentar a durabilidade dos produtos.

De acordo com a Embrapa (2017) o Brasil ocupa a terceira posição na produção de frutas no cenário mundial. Ao ano são produzidas aproximadamente 45 milhões de toneladas, onde 35% é exportado e 65% consumido no próprio país. No mercado de hortaliças, a agricultura familiar representa mais da metade da produção, sendo este um mercado com grande diversidade e segmentação (Embrapa, 2017). Antigamente frutas, legumes e verduras eram adquiridas e

consumidas em sua totalidade por meio de produtores domésticos, em um mercado informal. O surgimento das feiras e estabelecimentos como sacolões, abastecidos pelas CEASA's (Centrais Estaduais de Abastecimento) marca o início da comercialização regular e organizada desses produtos.

As CEASA's se mantêm como estruturas cruciais para interconexão entre produtores e consumidores de diferentes estados brasileiros (Wegner e Belik, 2012). Essas empresas, que podem ser estatais ou de capital misto, destinam-se à comercialização e distribuição de hortifrutigranjeiros. Assim, grande parte desses produtos encontrados nos supermercados, feiras, restaurantes e outros estabelecimentos, foram adquiridas por meio das CEASA's. De forma geral, os produtores entregam caminhões com suas mercadorias nas CEASA's, onde as bancas vendedoras fazem negócio com os compradores, ou varejistas e repassam o valor de venda aos produtores rurais incluindo sua comissão referente ao total vendido (Agric, 2017).

Na busca pela proximidade com o consumidor, os estabelecimentos estão a cada dia mais inseridos nas zonas centrais e também residenciais das cidades, o que gera inconvenientes no que diz respeito à presença de veículos de entregas nessas áreas. Se tratando da comercialização de FLV, as entregas são realizadas diariamente, visto a rapidez com que esses produtos se deterioram. Em cidades como São Paulo a restrição de circulação para caminhões é uma tentativa do Governo Municipal de reduzir ou mitigar os impactos (poluição, tráfego etc.) das atividades de transporte de mercadorias sobre a população.

Segundo Rodrigue e Comtois (2013) a logística urbana é uma área de pesquisa relacionada aos desafios da distribuição de mercadorias nos centros urbanos. O crescimento nos níveis de consumo impacta a distribuição de mercadorias. De acordo com Taniguchi e Heijden (2000), a entrega de mercadorias tem grande importância no planejamento das cidades e atividades que beneficiem o transporte urbano são essenciais para um desenvolvimento econômico sustentável. Buscando diminuir os impactos, o transporte urbano deve ser dinâmico, flexível e eficiente para controlar situações críticas e bruscas (Lessa *et al.*, 2015).

De forma geral, as redes de comercialização de hortifrúti buscam a proximidade aos clientes. Nesse cenário, o objetivo do presente trabalho é estudar e planejar a melhor localização para a implementação de um CD (Centro de Distribuição) na região de São Paulo, para a empresa do ramo de hortifrúti em estudo, que possui sede em Campinas. O novo CD deve atender à legislação em vigor, no que diz respeito às restrições de circulação para caminhões, e a eficiência operacional ao atendimento às 11 lojas da empresa localizadas na cidade. Diante da complexa cadeia de hortifrúti desde o produtor ao consumidor final, o objetivo deste artigo é identificar uma localização para o Centro de Distribuição na região da cidade de São Paulo que permita atender de forma eficiente as lojas e conseqüentemente os clientes da empresa, respeitando as restrições de circulação impostas aos veículos de carga, o que contribui para a mitigação dos impactos negativos provocados pelas operações logísticas da empresa à população.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Restrições na cidade de São Paulo

Atualmente, encontrar soluções para as reivindicações da população em relação ao tráfego, atendendo aos interesses de consumo dos indivíduos é um desafio para os governos (Bontempo *et al.*, 2014). Na cidade de São Paulo as restrições são uma tentativa de diminuir o impacto dos

caminhões para a população e estrutura das vias urbanas. As pessoas querem acesso e entrega rápida, exigindo menos poluição e congestionamento, entre outras complicações (Lima Jr, 2011).

A CET – Companhia de Engenharia de tráfego de São Paulo, determina as áreas de restrição de circulação para veículos de carga na cidade. A Figura 1 apresenta as áreas e vias com restrições juntamente com a localização das lojas de hortifruti estudadas na cidade de São Paulo. Pode-se observar que duas lojas se encontram dentro da Zona de Máxima Restrição de Circulação, mas além dessas, diversas lojas estão localizadas próximas ou nas próprias VER – Vias Estruturais Restritas.



Figura 1: restrições para veículos de carga e lojas de hortifruti estudadas em São Paulo
Fonte: Adaptado de CET (2018)

2.2. Capacidade de um Centro de Distribuição

De acordo com Rodrigues (2017), os CD's consistem em locais para armazenagem que possibilitam operações de alta rotatividade, chamadas de *cross-docking*, onde são recebidos grandes lotes homogêneos que são posteriormente divididos para a formação dos pedidos dos clientes, que seguem para as entregas programadas. Ainda segundo o autor, os CD's são áreas sofisticadas que contam com alta tecnologia da informação e apresentam vantagens como: centralização do comando que reduz pessoal, diminuição dos atrasos, preço do transporte e tempo de entrega. Diversas vantagens são alcançadas com a centralização do estoque pela adoção de um CD, favorecendo todos os elos da cadeia: fornecedor, empresa e consumidor (Rodrigues e Pizzolato, 2003).

A Capacidade Estática de um Armazém consiste no limite de carga que pode ser armazenada em uma área simultaneamente e é dada em toneladas (Rodrigues, 2017). Já a Capacidade Dinâmica considera uma projeção no tempo que depende do período médio de permanência de determinado lote (Rodrigues, 2017). A organização de áreas como armazenagem, recebimento, e expedição é também conhecida como o Layout do Centro de Distribuição, que deve buscar a utilização dos espaços disponíveis de forma eficiente.

De acordo com Frazelle e Goelzer (1999), primeiramente deve ser considerado o planejamento da necessidade de espaço para a definição do layout de um CD. Algumas áreas estudadas para definição do espaço são aquelas destinadas a recebimento, expedição, *cross-docking*, entre outros. Além da área atual, Frazelle e Goelzer (1999) destacam entre os passos para determinação do layout do armazém, o planejamento de áreas de expansão e redução para suprir as rápidas mudanças que podem acontecer.

Além da determinação da área necessária, o número de portas ou docas é de grande importância para o bom andamento das operações, servindo também como base para determinação de outros fatores. Os CD's necessitam de pelo menos uma doca para caminhões, para que seja feito o carregamento e descarregamento de materiais. O dimensionamento das docas de um CD consiste basicamente na escolha do número de portas de docas necessárias para um andamento eficaz da operação. Segundo Ballou (2006), o número de docas para caminhões pode ser calculado como na Equação 1:

$$N = \frac{DH}{CS} \quad (1)$$

Onde:

N = total das portas de doca para caminhão

D = média diária do processamento da doca

H = tempo necessário para carregar ou descarregar o caminhão

C = capacidade do caminhão

S = disponibilidade diária de tempo para carga ou descarga de caminhão

2.3. Localização de um Centro de Distribuição

As decisões de localização de instalações físicas ao longo da cadeia de suprimentos são de grande relevância, pois a partir dessas instalações, irá se desenvolver a forma, estrutura e os arredores da cadeia como um todo (Ballou, 2006). A localização de um CD pode ser determinada por diferentes métodos analíticos, que levam em consideração diferentes variáveis.

Larson e Odoni (1981) destacam três classes de problemas de localização de facilidades com aplicação às operações urbanas: p-medianas; p-centros; e requerimento.

Pizzolato *et al.* (2012) reuniram uma amostra de problemas relevantes sobre localização e discutiram metodologias e técnicas de resolução. Dentre as tipologias metodológicas apresentadas pelos autores encontram-se o modelo da p-mediana e seus variantes (problema de p-centro, localização com máxima cobertura, localização de hubs, localização hierárquica) e o diagrama de Voronoi.

Ballou (2006) apresenta um conjunto de métodos exatos de programação matemática para localização de instalações únicas e múltiplas como abordagem de centro de gravidade, programação linear inteira combinada, p-medianas, além de métodos heurísticos, de simulação computacional e avaliação ponderada de critérios quantitativos e qualitativos.

O método deve ser escolhido de acordo com as necessidades a serem atendidas pela empresa, segundo as metas estabelecidas. De acordo com Brito Junior e Spejorim (2012) o problema da localização depende especificamente da empresa e de suas características.

Todos os modelos citados e outros disponíveis na literatura dependem de uma boa interpretação das variáveis envolvidas, bem como o conhecimento dos pontos fortes e fracos do modelo (Ballou, 2006). A solução resultante consiste numa indicação, que compreende parte do problema real e, portanto, depende ainda de fatores como a disponibilidade do local e recursos na região, decisões administrativas, entre outras.

2.3.1 Método do Centro de Gravidade

O método do Centro de Gravidade possui simples aplicação e é muito utilizado. Leva em consideração a localização dos clientes e das instalações de onde partem os insumos, e ainda, os volumes a serem movimentados entre esses locais. Para aplicação do método, as coordenadas dos pontos em questão devem ser encontradas e então ponderadas pelos volumes transportados. Segundo Ballou (2006), o objetivo é minimizar a soma do volume multiplicado pelo custo de transporte e pela distância até o ponto, que é o custo total do transporte. A localização é determinada pela resolução de duas equações, mostradas nas Equações 2.

$$X = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i} \quad Y = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i} \quad (2)$$

Onde:

V_i = Volume transportado para o ponto (mercado) i ;

R_i = Custo de transporte na direção do ponto (mercado) i ;

X_i = Coordenada horizontal do ponto (mercado) i ;

Y_i = Coordenada vertical do ponto (mercado) i .

2.3.2 Método de Ponderação Qualitativa

O Modelo de Ponderação Qualitativa é comumente utilizado para casos onde é fundamental o envolvimento de mais variáveis. Esse modelo consiste na determinação de uma relação de fatores relevantes para a decisão de localização, com a atribuição de notas por meio de uma escala arbitrária. O método permite uma comparação entre as alternativas possíveis para a localização dando valor e medindo elementos (Brito Junior e Spejorim, 2012). A análise multicritério é empregada para decisões abordando ao mesmo tempo diferentes questões de análise, para encontrar a melhor solução possível segundo os pontos estudados. A Figura 2 apresenta as etapas do modelo de ponderação qualitativa.

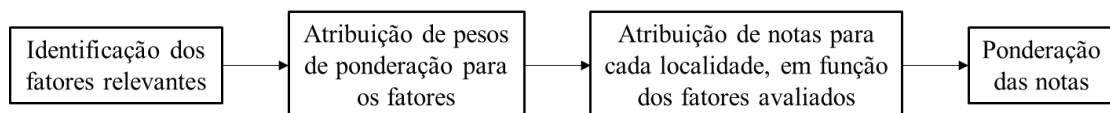


Figura 2: Etapas do modelo de Ponderação Qualitativa

Fonte: Adaptado de Brito Junior e Spejorim (2012)

Diferente de outras metodologias, a tomada de decisão baseada em métodos multicritério abrange diferentes aspectos e avalia as atividades segundo um conjunto de critérios que medem seu desempenho por uma função matemática (Ensslin, 2001). Primeiramente os fatores relevantes são identificados por meio de uma lista de critérios, que tem como função a avaliação das opções previamente selecionadas para localização. Muitos critérios podem ser abordados nessa lista o que justifica a identificação daqueles mais pertinentes à tomada de decisão. A

atribuição de pesos para os fatores identificados é a segunda fase da aplicação do método e consiste na distribuição do grau de importância para esses fatores que deve somar 1 ou 100%.

Na terceira etapa cada opção selecionada para o CD recebe uma pontuação relativa aos fatores definidos e uma escala de pontos comuns é aplicada a esses fatores. Na última etapa são ponderadas notas para cada local, realizada a multiplicação do peso de cada fator pela nota atribuída e a soma desses produtos. A opção mais promissora é aquela que apresentar maior nota ponderada. A ponderação final para a localidade (N_i) segue expressão matemática 3.

Tem-se K fatores, apontados por F_{ij} em que i é referente à localidade e j ao fator em particular, P_j é o peso em relação ao fator j .

$$N_i = \sum_{j=1}^k F_{ij} P_j \quad (3)$$

3. ESTRUTURA DO PROCEDIMENTO

Na primeira etapa uma estimativa da área necessária para o novo CD será realizada, com base na quantidade diária de mercadorias enviadas às lojas de São Paulo. O número de docas é estimado também segundo a Equação 1. Na segunda etapa será realizada a escolha de quatro possíveis localizações para o CD, segundo critérios adotados, apresentados mais detalhadamente na aplicação da metodologia.

Os custos de aluguel são estimados na terceira etapa, segundo a área do novo CD e as localidades definidas. Na etapa quatro, será realizada uma análise comparativa dos custos envolvidos aos locais escolhidos, com a utilização do *software* anyLogistix, a demanda anual de cada loja de São Paulo e a utilização das informações obtidas nas etapas anteriores, apontando uma classificação preliminar.

Na quinta etapa, o Método de Ponderação Qualitativa será aplicado aos locais pré-determinados, envolvendo aspectos relevantes para a escolha da localização. Em função dos critérios de decisão adotados pela empresa extrapolarem os aspectos tradicionais de custo, e ser necessário considerar a variável da restrição de circulação de veículos de carga no processo decisório, as abordagens tradicionais baseadas em métodos de otimização não são as mais adequadas para definição da localização do CD. A partir da aplicação da Ponderação Qualitativa acontece uma nova classificação das quatro opções pré-definidas, considerando o melhor atendimento aos diversos critérios estabelecidos.

Na etapa final, a tomada de decisão é realizada levando-se em conta a primeira classificação obtida com o auxílio do *software* anyLogistix e a classificação indicada pela aplicação da Ponderação Qualitativa. Após a definição final do local, são estudadas as possibilidades para a empresa, fundamentadas na implementação do novo CD.

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

4.1. Estudo de caso

A empresa, de administração familiar, na qual o presente estudo é aplicado tem atuação no ramo de hortifrúti, e realiza o abastecimento de suas lojas nas cidades de Campinas, São Paulo, Americana, Limeira Indaiatuba e Sorocaba via um Centro de Distribuição localizado na cidade de Campinas. A empresa conta com fornecedores localizados em diversas partes do Brasil e

também do exterior. Esses fornecedores são escolhidos de forma criteriosa visando sempre a obtenção de produtos de qualidade elevada.

Os caminhões utilizados na operação de abastecimento das lojas são em sua maioria refrigerados, existindo veículos próprios e terceirizados. As entregas são realizadas diretamente às lojas, principalmente verduras, devido ao curto período de tempo de prateleira. A matriz da empresa está localizada no CEASA de Campinas, onde funcionam sua administração geral e também onde é realizado o controle, limpeza e higienização das caixas para movimentação dos produtos.

Além da grande variedade de produtos FLV (Frutas, Legumes e Verduras), a empresa atua também nos segmentos de mercearia e carga frigorífica, empregando mais de 3.500 funcionários. Durante a madrugada e início da manhã os caminhões chegam ao CD Campinas, os produtos passam por uma avaliação detalhada e são descarregados no pátio. No início da manhã chegam os primeiros caminhões com os pedidos de cada loja. Os produtos são paletizados, separados por lojas e carregados nos veículos. Quando os veículos estão completos (lotados) seguem viagem para as lojas.

No setor de hortifrúti a agilidade no abastecimento desempenha papel fundamental para evitar perdas e oferecer um produto fresco ao cliente. Além disso, para ter representatividade no mercado a empresa busca sempre instalar suas lojas próximas a áreas residenciais, se tornando mais atrativa para a população da região. Atualmente, para maior eficiência da operação, o transporte entre Campinas e as lojas de São Paulo é feito com caminhões trucados, o que é um problema levando-se em consideração as restrições existentes para veículos de carga. Localizadas próximas aos bairros, além das restrições, existe também o impacto dos caminhões para os moradores na região. A Figura 3 mostra a situação atual da operação e a proposta do presente estudo.

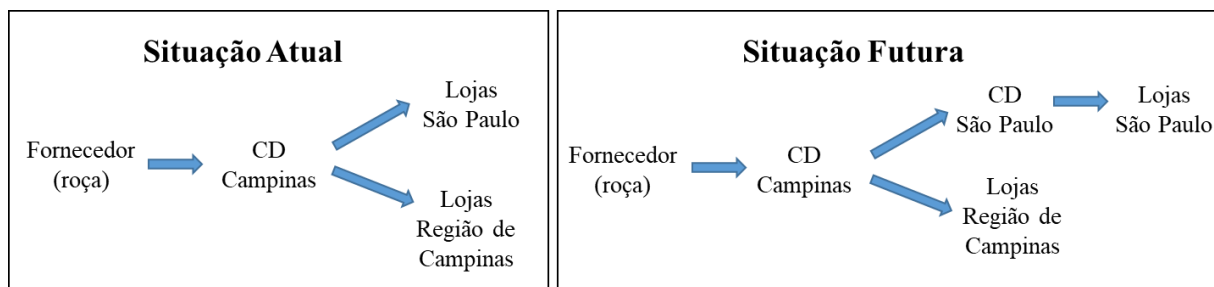


Figura 3: Situação atual e situação futura proposta

4.2. Capacidade necessária para o Centro de Distribuição

Para a escolha de uma localização eficiente para o CD, os custos envolvidos a cada localização específica são de grande importância. As despesas com aluguel são um exemplo. Para uma melhor estimativa desse custo, foram calculados a área e número de docas necessárias para atender à operação. A Tabela 1 apresenta aspectos das operações da empresa de hortifrúti, consideradas para os cálculos de estimativas.

Tabela 1: Aspectos da operação atual de distribuição de mercadorias

Aspectos da operação atual	
Número total de caminhões no trajeto CD Campinas-São Paulo	20 caminhões/dia
Tipo de caminhão utilizado no trajeto CD Campinas-São Paulo	Trucado
Capacidade média do caminhão	14 paletes
Área usual para manuseio de cargas por caminhão descarregado	45 m ²
Área para instalações (banheiro, escritório e cozinha)	80 m ²

Primeiramente foi determinada a capacidade para um CD com espaço suficiente para o atendimento da demanda de um dia típico de operação da rede, dada a proximidade entre as cidades de São Paulo e Campinas. Além disso, os paletes serão mantidos no pátio, não sendo necessária a instalação de estruturas porta paletes, já que a função principal é acomodar apenas a operação de *cross-docking*. Com as informações disponíveis na Tabela 1, a estimativa da área do CD é apresentada no cálculo (4), resultando em uma área aproximada de 1000 m².

$$\text{Área do Centro de Distribuição} = (45\text{m}^2 * 20 \frac{\text{caminhões}}{\text{dia}}) + 80\text{m}^2 = 980\text{m}^2 \quad (4)$$

Por meio da relação (1) foram calculadas as docas de chegada e saída necessárias para o CD, visando um andamento eficiente da operação logística. O cálculo é apresentado na Tabela 2, que resultou no número de 2 docas de chegada e 3 de saída, para atendimento das atividades de carregamento e descarregamento dos veículos sem que ocorram esperas. O veículo utilizado para distribuição é o VUC, com capacidade média de 4 paletes e período de carregamento de 30 minutos, enquanto o caminhão trucado permanece na doca em média 60 minutos.

Docas de Chegada (desembarque Trucado)		Docas de Saída (embarque VUC)	
D=	280 paletes	D=	280 paletes
H=	1,000 horas	H=	0,500 horas
C=	14 paletes	C=	4 paletes
S=	16 horas	S=	16 horas
N=	1,250	N=	2,188
	2 DOCAS		3 DOCAS

Tabela 2: Cálculo do número necessário de docas de chegada e saída

4.3. Localização do Centro de Distribuição

Os quatro possíveis locais para localização do Centro de Distribuição na região de São Paulo, são apresentados a seguir, com os respectivos critérios de escolha utilizados:

- I. **Bairro Mooca:** determinado segundo a relação 2 descrita, que mostra o cálculo por centro de gravidade. O bairro da Mooca é aquele que possui, portanto, menor distância total entre o Centro de Distribuição e lojas, considerando a demanda de cada uma delas;
- II. **Bairro Lapa:** escolhido por sua localização privilegiada quanto à proximidade das rodovias Bandeirantes e Anhanguera, que fazem a ligação entre as cidades de Campinas e São Paulo;

- III. **Rodoanel:** determinado em função da facilidade de acesso rodoviário e ausência total de restrições para caminhões no percurso entre Centro de Distribuição de Campinas e o Rodoanel. Além dos critérios descritos, o Rodoanel foi citado pela área de logística da empresa estudo de caso como uma possibilidade já considerada anteriormente;
- IV. **Bairro Santana:** escolhido pela considerável proximidade entre o local e três lojas que se localizam no respectivo bairro, as três lojas juntas correspondem a 25% do total distribuído na cidade de São Paulo. A ausência de restrições para caminhões nessa região foi também levada em consideração para a escolha.

4.4. Volume de produtos movimentados

O volume comercializado de frutas, legumes e verduras é de difícil estimativa, já que são muitas características envolvidas com essa atividade, como: sazonalidade, compras de oportunidade, diferenças na forma de comercialização (por peso, por caixa, por unidade), entre outros. Para determinação da quantidade de produtos FLV foram obtidas as quantidades de carga frigorificada e de produtos de mercearia por loja e estimada uma relação entre esses tipos de cargas e a quantidade de FLV movimentada no mesmo período. Utilizando uma relação histórica da empresa pode-se estimar que a quantidade de FLV movimentada é três vezes a soma da quantidade de carga frigorificada e de mercearia no período. A demanda anual estimada para as lojas da cidade de São Paulo é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Demanda anual total das lojas na cidade de São Paulo

Demanda total anual de produtos (tonelada)				
Lojas SP / Produtos	Frigorífica	Mercearia	FLV	TOTAL
Vila Andrade	1.499	670	6.505	8.674
Santana Tolle	659	514	3.519	4.692
Mooca	794	285	3.236	4.314
Penha	705	516	3.662	4.883
Butantã	918	669	4.760	6.347
Vila Prudente	625	474	3.296	4.395
Vila Mariana	991	879	5.610	7.479
Santana Ataliba	439	562	3.002	4.003
Tatuapé	584	309	2.681	3.575
Moema	863	844	5.121	6.828
Santana Pujol	809	710	4.558	6.077
TOTAL	8.885	6.431	45.950	61.266

4.5. Custos de aluguel, transporte e distribuição

Para determinação dos custos de aluguel de um armazém com aproximadamente 1000 m² e possibilidade de atendimento às características necessárias, foi realizada uma busca entre anúncios reais para locação em cada local estudado, pesquisando em diferentes imobiliárias e adotando a média dos valores encontrados. Já para estimativa de custos de transporte e distribuição, foi utilizada uma ferramenta *online* de domínio público. As seguintes informações foram inseridas na tabela de fretes: tipo de caminhão, distância e taxas (inclusive taxa de restrição de trânsito, quando aplicável à localização, com base na Figura1). O software anyLogistix foi empregado para cálculo das distâncias entre o CD Campinas e cada local candidato e distância média entre o CD São Paulo e lojas na capital. Os valores encontrados estão na Tabela 4.

Tabela 4: Custos envolvidos para localização candidata

Locais	Aluguel anual (R\$)	Distância CD Campinas para CD São Paulo (km)	Custo de transporte (R\$/ton*km)	Distância Média CD São Paulo para lojas (km)	Custo de distribuição (ton*km)
I. Bairro Mooca	264.000,00	115,00	0,31	7,80	13,40
II. Bairro Lapa	336.000,00	99,50	0,23	8,50	12,30
III. Rodoanel	276.000,00	94,50	0,24	20,70	5,30
IV. Bairro Santana	240.000,00	108,00	0,32	8,90	11,70

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a aplicação das etapas da metodologia e com base nas informações apresentadas no item anterior, o software anyLogistix foi utilizado para estimativa dos custos de cada possível localização, como mostrado nas Tabelas 5 e 6. O custo total estimado, abrangendo os gastos com aluguel e operações de transporte e distribuição, apontou a localização do CD no bairro Santana como a menos custosa, seguida do bairro Mooca. Ambos possuem os menores custos de aluguel e estão posicionados no perímetro urbano. O Rodoanel foi classificado como a localização mais custosa, isso se deve ao fato de que o CD estaria fora da cidade, fazendo com que a distância entre o CD e as lojas seja maior em comparação às outras opções.

Tabela 5: Relação entre demanda anual e distância de distribuição em São Paulo

Lojas / Localização do CD	Local I – Mooca (ton*km)	Local II – Lapa (ton*km)	Local III – Rodoanel (ton*km)	Local IV – Santana (ton*km)
Vila Andrade	148.492,03	109.634,30	146.670,58	150.053,28
Santana Tolle	40.393,99	36.687,69	81.304,04	7.271,86
Mooca	258,85	52.849,44	99.270,66	32.615,65
Penha	38.083,97	91.352,70	142.668,40	59.518,41
Butantã	88.217,18	43.410,47	81.172,50	77.047,24
Vila Prudente	19.864,86	66.714,28	112.948,42	51.727,74
Vila Mariana	55.197,68	89.153,97	161.105,41	86.012,64
Santana Ataliba	24.659,71	35.468,35	76.341,02	8.006,40
Tatuapé	10.510,62	53.411,10	91.807,03	33.569,63
Moema	66.167,97	74.020,72	133.633,35	83.102,60
Santana Pujol	45.697,54	41.200,70	102.819,46	1.701,50
TOTAL	537.544,40	693.903,72	1.229.740,88	590.626,94

Tabela 6: Custo anual de aluguel, transporte e distribuição para os locais candidatos

Locais Candidatos	Aluguel anual (R\$)	Transporte Campinas/SP (ton*km)	Custo de Transporte (R\$/ton*km)	Distribuição Total (ton*km)	Custo de distribuição (R\$/ton*km)	Total anual (R\$)
I. Bairro Mooca	264.000,00	7.045.590,00	0,31	537.544,40	13,40	9.651.227,82
II. Bairro Lapa	336.000,00	6.095.967,00	0,23	693.903,72	12,30	10.273.088,23
III. Rodoanel	300.000,00	5.789.637,00	0,25	1.229.740,88	7,00	10.355.595,39
IV. Bairro Santana	240.000,00	6.616.728,00	0,32	590.626,94	11,70	9.267.688,20

Na Tabela 7 encontram-se os resultados da ponderação qualitativa aplicada aos locais candidatos. A escolha dos fatores de ponderação e a respectiva atribuição de notas, foram fundamentadas nas informações já descritas no trabalho e demais dados de pesquisas e observações das possíveis localidades. Foram consideradas ainda, as recomendações do Setor de Logística da empresa escolhida para desenvolvimento do estudo de caso.

Tabela 7: Ponderação qualitativa para cada local candidato

Fatores de Ponderação	Peso	I. Mooca		II. Lapa		III. Rodoanel		IV. Santana	
		Nota Atribuída (F1j)	PjF1j	Nota Atribuída (F2j)	PjF2j	Nota Atribuída (F3j)	PjF3j	Nota Atribuída (F4j)	PjF4j
Proximidade das lojas	10%	5	0,50	4	0,40	1	0,10	3	0,30
Acesso às rodovias	10%	1	0,10	5	0,50	5	0,50	3	0,30
Restrições na cidade	30%	1	0,30	2	0,60	5	1,50	4	1,20
Custos de aluguel	20%	3	0,60	2	0,40	2	0,40	5	1,00
Infraestrutura de acesso	5%	2	0,10	3	0,15	5	0,25	2	0,10
Facilidade fornecedores diretos	10%	1	0,10	2	0,20	3	0,30	2	0,20
Facilidade acesso de funcionários	5%	5	0,25	4	0,20	1	0,05	3	0,15
Estacionamento	10%	1	0,10	2	0,20	3	0,30	2	0,20
TOTAL	100%	Soma =	2,05	Soma =	2,65	Soma =	3,4	Soma =	3,45

A ponderação qualitativa revelou como mais vantajosa a instalação do novo CD nas localidades: bairro Santana e Rodoanel. Esse resultado é justificado principalmente pela importância atribuída ao fator de restrições para caminhões em São Paulo, que é favorecido na região do Rodoanel e bairro Santana. Estabelecidas as classificações por ambos os métodos, o bairro da Lapa resultou na localização menos vantajosa, seguida pelo bairro da Mooca que, apesar de terem obtido baixo custo total (Tabela 5), foram prejudicadas por estarem inseridas nas proximidades ou na própria Zona Máxima de Restrição (Figura 1).

O Rodoanel e bairro Santana alcançaram notas similares na ponderação qualitativa, mas o custo total considerando aluguel, transporte e distribuição, resultou em um valor significativamente elevado para o Rodoanel, maior que o valor encontrado para o bairro Santana. A metodologia aplicada apontou a instalação do CD no bairro Santana como mais vantajosa, no que diz respeito aos custos envolvidos e demais considerações, que impactam o bom andamento das operações de entregas urbanas.

Após a indicação da localização mais vantajosa para a instalação do CD em São Paulo, com base na metodologia aplicada, é possível ainda comparar os custos envolvidos na operação atual com aqueles obtidos com a instalação do novo CD, de forma simplificada. Alguns valores relacionados à custos como a mão-de-obra e manutenção da nova instalação não foram considerados, já que representam um percentual muito pequeno em relação aos demais custos. Os funcionários, por exemplo, seriam em sua maioria, aproveitados do CD de Campinas, que trabalham realizando carga e descarga no CD e lojas, para a operação de *cross docking* em São Paulo. Para estimativa do custo de transporte atual, foi considerado o mesmo método já realizado anteriormente, com base em ferramentas de cálculo de frete online, de domínio público. Foram consideradas as taxas relacionadas às restrições de trânsito de caminhões e o

veículo utilizado foi o trucado, atualmente utilizado para esse percurso. O resultado obtido é apresentado na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Estimativa do custo atual de Transporte CD Campinas – Lojas de São Paulo

Distância Média CD Campinas - lojas SP	119 km
Restrições de Trânsito na cidade	Sim
Tipo de caminhão	Trucado
Demanda anual de produtos	61.266,00 Toneladas
Custo calculado (R\$/ton.km)	0,69 R\$
Custo Total de Transporte	5.030.551,26 R\$

O valor resultante da estimativa de custo anual da operação atual da empresa resultou em um valor consideravelmente menor que àquele obtido para a operação com o novo CD no bairro Santana em São Paulo, que foi de R\$ 9.267.988,20 (Tabela 6). Essa comparação mostra que, se o objetivo da empresa fosse o de melhorar a operação somente em termos de custos, a instalação do novo CD é inviável. Entretanto, há ainda os ganhos com o CD São Paulo, como uma menor perda de produtos, aumento do mercado na capital, entre outros, que representam um lucro de difícil estimativa.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A instalação do CD São Paulo para otimização das entregas representa uma oportunidade de crescimento para a empresa. É perceptivo um aumento no custo da operação de transporte e distribuição de mercadorias com a nova instalação, em contrapartida, a substituição dos veículos pesados pelos VUC's no interior da cidade, promove redução do impacto das restrições tanto nas operações da empresa quanto na região onde as lojas estão posicionadas. Também é necessário destacar que, com a instalação do CD em uma área fora da zona de restrição de circulação, será possível abastecer essa facilidade com veículos de maior capacidade, o que pode resultar na redução de embarques e conseqüentemente na redução dos custos de transporte. A aplicação da metodologia apontou o bairro Santana como mais conveniente para a instalação do CD, atendendo positivamente os principais critérios envolvidos no estudo. As etapas desenvolvidas podem auxiliar na tomada de decisão quanto à localização de instalações, expondo opções ainda não consideradas pela empresa, como é o caso do bairro Santana. A distância entre Campinas e São Paulo é relativamente pequena, o que pode ser um impedimento para a abertura da nova instalação, que seria mais facilmente aceita se a distância entre as cidades fosse maior, o que representaria menor impacto nos custos de transporte. A liberdade nos horários de entrega de mercadorias pode melhorar a qualidade de atendimento e estado de conservação dos alimentos, evitando também multas, inconvenientes relacionados à cadastros e autorizações da prefeitura, entre outros.

Com o crescimento do mercado em São Paulo, uma opção futura para a empresa é a transferência do CD de Campinas para uma região intermediária entre as duas cidades, que representam juntas 75% de todas as lojas no estado. Estudos futuros podem realizar o refinamento da metodologia proposta, envolvendo demais critérios pertinentes à tomada de decisão. As etapas de estudo desenvolvidas podem ser utilizadas ainda pela empresa, para estudos posteriores em outras cidades e inclusive para outros tipos de estabelecimentos, como novas lojas, armazéns e expansão para atendimento de regiões ainda não abrangidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agric. (2017) Disponível em: http://www.agric.com.br/comercializacao/o_que_e_ceasa.html. Acesso em: 15 de dezembro de 2017.
- Ballou, R. H. (2006) *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial*; Tradução Raul Rubenich. 5 Ed. Porto Alegre: Bookman.
- Bontempo, A. P.; C. B. Cunha; D. A. Botter e H. T. Y. Yoshizaki (2014) Evaluating Restrictions on the Circulation of Freight Vehicles in Brazilian Cities. 8th International Conference on City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 125, p. 275 – 283.
- Brito Júnior, I. e W. Spejorim (2012) *Gestão Estratégica de Armazenagem*. 1. Ed. Curitiba: IESDE Brasil S. A.
- CET (2018) *Locais com Restrição ao Caminhão*. Companhia de Engenharia de Tráfego. Disponível em: <www.cetsp.com.br/> Acesso em: 10 maio de 2018.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2017) *Frutas e Hortaliças*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2017.
- Ensslin, L. (2001) *Apoio à decisão: Metodologia para a estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas*. Florianópolis: Insular.
- Frazelle, E. H. e P. G. Goelzer (1999) *Distribuição da Classe Mundial*. 1. Ed. São Paulo: IMAM.
- Larson, R. C. e A. R. Odoni (1981) *Urban Operations Research*. Dynamic Ideas, Belmont, Massachusetts, USA.
- Lessa, D. A.; E. R. Oliveira; B. F. G. Calazans e L. K. Oliveira (2015) Análise da dinâmica da logística urbana ante a uma situação de vulnerabilidade explorando a abordagem multiagente. *Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPÉT*, Ouro Preto, p.569-580.
- Lima, E. A. S.; F. R. F. Guimarães Júnior; L. G. A. Guimarães, e A. O. G. Almeida (2017) Riscos Logísticos na Distribuição de Hortifrúti. *Revista Gestão e Desenvolvimento*. V. 14, n. 1, p. 114 – 127.
- Lima Jr, O. F. (2011). Inovação frugal: A nova rota da logística urbana repensando estratégias e operações. *Revista Mundo Logística*, 23.
- Pizzolato, N. D.; F. M. P. Raupp e G. S. Alzamora (2012) Revisão de desafios aplicados em localização com base em modelos da p-mediana e variantes. *Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o desenvolvimento*, v.4, n.1, p.12-42, Rio de Janeiro.
- Rodrigue, J. e C. Comtois (2013) *The geography of transport systems*. 2nd. ed. Nova York: Routledge.
- Rodrigues, P. R. A. (2017) *Gestão Estratégica de Armazenagem*. 3. Ed. São Paulo: Aduaneiras.
- Rodrigues, G. G. e N. D. Pizzolato (2003) Centros de Distribuição: armazenagem estratégica. *ENEGEP - XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto, p. 1-8.
- Taniguchi, E. e R. E. C. M. V. D. Heijden (2000). An evaluation methodology for city logistics. *Transport Reviews*, v. 20, n. 1, p. 65-90.
- Wegner, R. C. e W. Belik (2012) Distribuição de hortifruti no Brasil: papel das Centrais de Abastecimento e dos supermercados. *Cuadernos de desarrollo rural*, 9 (69), 195-220.