



Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE: ESTUDO DE CASO
EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FEIRA DE SANTANA - BA**

BRUNNA MAYRA ALVES RIBEIRO DA SILVA

FEIRA DE SANTANA, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE: ESTUDO DE CASO
EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FEIRA DE SANTANA - BA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte dos requisitos para obtenção do título de **Bacharel em Energia e Sustentabilidade**.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Souza Fernandes

Coorientador: Prof. Me. Kalil Figueiredo Almeida

BRUNNA MAYRA ALVES RIBEIRO DA SILVA

FEIRA DE SANTANA, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO
DE GRAVIDADE: ESTUDO DE CASO EM
UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM
FEIRA DE SANTANA – BA**

Aprovado em 23/07/2019.

EXAMINADORES:

Prof. BRUNO SOUZA FERNANDES Ass. Bruno Souza Fernandes
Prof. ANDRÉ DE MENDONÇA SANTOS Ass. André de Mendonça Santos
Prof. ERON PASSOS ANDRADE Ass. Eron Passos Andrade

BRUNNA MAYRA ALVES RIBEIRO DA SILVA

FEIRA DE SANTANA, 2019

“Dedico este trabalho a Deus, autor e consumidor da minha vida e àqueles que sempre estiveram ao meu lado, nos bons e nos maus momentos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por ter me tornado apta a desenvolver este trabalho. Agradeço também a todos que fazem parte da minha trajetória e que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa. Ao meu professor e orientador, Bruno Souza Fernandes, pelo conhecimento transmitido e por todo suporte, do início a finalização do trabalho. Ao professor Kalil Figueiredo Almeida, coorientador, por sua disponibilidade e pelas contribuições e sugestões neste trabalho. Agradeço também aos demais professores, muitos me incentivaram e contribuíram para o meu crescimento durante o curso. Aos meus colegas, pela cumplicidade e apoio. À minha família e amigos, por sempre estarem ao meu lado, me ajudando e impulsionando-me na busca por meus objetivos; obrigada por todo incentivo, confiança e paciência em todo tempo. Em especial, agradeço a minha querida mãe, minha fonte de inspiração, que em todo tempo me forneceu apoio incondicional; obrigada por me encorajar, por me transmitir sua força e determinação e por despertar em mim uma enorme vontade de seguir em frente. A todos que, de alguma forma, me ajudaram a chegar até aqui, meu muito obrigada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE: ESTUDO DE CASO
EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FEIRA DE SANTANA - BA**

RESUMO

O presente trabalho trata de um estudo sobre análise da localização de um centro de distribuição no município de Feira de Santana, utilizando-se o método do centro de gravidade. Sabe-se que a localização de uma empresa se configura como fator determinante para a sobrevivência da mesma, logo, decisões de localização devem ser pautadas em critérios potencialmente relevantes. Dentro desta perspectiva, tal pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de identificar se Feira de Santana é o melhor local para instalação do centro de distribuição estudado, do ponto de vista da minimização dos custos de transporte, dadas as localizações dos fornecedores e clientes da empresa e quantidades distribuídas para cada localidade. A pesquisa foi desenvolvida através de um estudo de caso, em uma empresa distribuidora de produtos alimentícios localizada em Feira de Santana-BA e se baseou em informações produzidas e armazenadas por estudiosos considerados como referência nos temas gerenciamento da cadeia de suprimentos, distribuição física, estratégias de localização e método do centro de gravidade. Foi feita uma visita ao centro de distribuição para coleta de dados relevantes para o estudo e a partir disto, foram construídos 11 cenários de distribuição

para viabilizar a aplicação do método do centro de gravidade. Por fim, realizou-se uma comparação desses centros com a atual localização da empresa, em Feira de Santana. Com relação aos resultados do trabalho, foram obtidos 11 centros de gravidade para o centro de distribuição de acordo com cada cenário de simulação. Todos os pontos se localizaram no estado de Minas Gerais, nas cidades de Salinas, Francisco Sá, Grão Mogol, Riacho dos Machados e Cristália; percebeu-se uma tendência a se obter centros de gravidade que se localizem entre todas as cidades estudadas de acordo com a quantidade fornecida ou recebida por cada um, sendo o fornecedor localizado em Machado-MG, responsável por enviar a maior quantidade de mercadoria, significativo nos resultados obtidos. Como conclusão do estudo, a partir dos centros de gravidade encontrados e com o comparativo desses resultados com a localização atual do centro distribuidor, foi possível identificar que Feira de Santana não é o melhor local para instalação da unidade, pois não é o local de distância mínima entre fornecedores e clientes, mas sim as regiões citadas pelo estudo.

Palavras chaves: Distribuição física, Localização, Centro de gravidade.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE: ESTUDO DE CASO
EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO EM FEIRA DE SANTANA - BA**

ABSTRACT

This paper deals with a study on location analysis of a distribution center in Feira de Santana, using the center of gravity method. It is known that the location of a company is a determining factor for its survival, so location decisions should be based on potentially relevant criteria. From this perspective, such research was developed in order to identify whether Feira de Santana is the best place to install the distribution center studied, from the point of view of minimizing transportation costs, given the locations of the company's suppliers and customers and quantities distributed to each locality. The research was developed through a case study in a food distribution company located in Feira de Santana-BA and was based on information produced and stored by scholars considered as reference in the themes supply chain management, physical distribution, strategies. of location and method of center of gravity. A visit was made to the distribution center to collect data relevant to the study and from this, 11 distribution scenarios were constructed to enable the application of the

center of gravity method. Finally, these centers were compared with the company's current location in Feira de Santana. Regarding the results of the work, 11 centers of gravity were obtained for the distribution center according to each simulation scenario. All points were located in the state of Minas Gerais, in the cities of Salinas, Francisco Sá, Grão Mogol, Riacho dos Machados and Cristália; There was a tendency to obtain centers of gravity that are located among all the cities studied according to the quantity supplied or received by each one, being the supplier located in Machado-MG, responsible for sending the largest amount of merchandise, significant. on the results obtained. As a conclusion of the study, from the centers of gravity found and comparing these results with the current location of the distributing center, it was possible to identify that Feira de Santana is not the best place to install the unit, as it is not the distance. between suppliers and customers, but the regions cited by the study.

Keywords: Physical distribution, Location, Gravity center.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estágio de armazenagem num sistema de distribuição física de múltiplos estágios.....	19
Figura 2: Funções Básicas de um CD.....	22
Figura 3: Mapa de localização das fábricas P1, e P2, dos mercados M1, M2 e M3 e da localização sugerida do armazém.....	25
Figura 4: Gráfico de crescimento do PIB.....	29
Figura 5: Localização de Feira de Santana.....	32
Figura 6: Fluxo de entrada de produtos na empresa estudada a partir dos fornecedores.....	34
Figura 7: Fluxo de saída de produtos para os clientes varejistas a partir da empresa estudada.....	35
Figura 8: Curva ABC adaptada aplicada no estudo de caso.....	37
Figura 9: Mapa de localização dos centros de gravidade e da cidade de Feira de Santana..	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coordenadas geográficas das localidades (em graus decimais).....	36
Tabela 2: Fluxo de entrada e saída de produtos no centro de distribuição.....	38
Tabela 3: Valores de entrada para o centro de distribuição.....	38
Tabela 4: Cenários de simulação.....	39
Tabela 5: Coordenadas geográficas dos centros de gravidade obtidos nos cenários estudados.....	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos do trabalho.....	15
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 Estrutura do trabalho.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos.....	16
2.2 Distribuição Física.....	18
2.3 Estratégias de localização.....	22
2.3.1 Relevância do estudo da localização.....	22
2.3.2 Determinação da Localização.....	23
2.3.3 Método do Centro de Gravidade.....	24
3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
3.1 Caracterização do município de Feira de Santana.....	28
3.2 Caracterização da empresa.....	29
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 Classificação da pesquisa.....	30
4.2 Coleta de dados.....	30
4.3 Método proposto.....	31
5. RESULTADOS.....	33
5.1 Determinação das coordenadas geográficas.....	33

5.2 Cenários de simulação para aplicação do método do centro de gravidade	36
5.3 Centros de gravidade obtidos a partir da aplicação	39
5.4 Comparativo dos resultados obtidos com a localização atual da empresa.....	42
6. CONCLUSÃO.....	43
7. TRABALHOS FUTUROS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

A distribuição é um processo normalmente associado ao movimento de material do local onde é produzido, ou está armazenado, até o cliente (BERTAGLIA, 2009). Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado certa evolução com relação à distribuição física e transportes, mas ainda possui uma infraestrutura precária, com pouca flexibilidade e centralizada em rodovias, o que pode acarretar diversos problemas, comprometendo todos os níveis da distribuição. Por este motivo, percebe-se uma preocupação por parte das empresas em gerenciar a cadeia de suprimentos. Segundo Bertaglia (2009), esta gestão pode ser definida como a “gestão da cadeia completa do suprimento de matérias-primas, manufatura e distribuição ao consumidor final”, sendo a distribuição física, parte fundamental da mesma, pois representa a movimentação e coordenação de produtos finais da fábrica até os clientes.

Segundo Sousa *et al.* (2019), as alterações sociais, que vem ocorrendo de maneira contínua, juntamente com as novas tendências da globalização e as novidades tecnológicas têm provocado uma mudança significativa no comportamento dos indivíduos. As pessoas tem se tornado cada vez mais rigorosas com relação aos padrões de qualidade de serviços e produtos levando as empresas a buscarem um desempenho cada vez melhor, através de melhorias nas práticas de gestão, para atender as necessidades dos clientes. Como a gestão da cadeia de suprimentos compreende todos os estágios no fluxo total de mercadorias e informações, precisa incluir também considerações a respeito do cliente final, pois este é quem irá definir o valor agregado ao produto, e conseqüentemente tal valor é repassado a toda a cadeia, ficando a logística, geralmente, com os custos mais altos.

A percepção de qualidade está atrelada a satisfação do cliente. Pensando nisto, a ideia de se ter o produto certo, na hora certa e na quantidade desejada, apresentada por Ballou (2006) e outros autores, consolida-se como fundamental no processo de formação dessa percepção de qualidade. Dentro desta perspectiva, uma boa gestão da cadeia de suprimentos como um todo, impacta nos resultados da empresa e se mostra como um diferencial competitivo; logo, a definição do melhor local para instalações deve ser muito bem estruturada para garantir resultados satisfatórios, como redução de custos logísticos e maior eficiência nas entregas. Este último, influenciando diretamente na satisfação dos clientes.

Tendo em vista os problemas relacionados ao fluxo de mercadorias desde a produção até o cliente e objetivando reduzir essas dificuldades, a maioria das empresas opta por utilizar o sistema de instalação de armazéns e centros de distribuição em locais estratégicos do ponto de vista da logística. Nesse quesito, a cidade de Feira de Santana - BA se destaca. A região é um entroncamento rodoviário para onde convergem as mais importantes rodovias da Bahia e conecta a Região Metropolitana de Salvador ao interior. Mas será que mesmo com uma localização tão favorável, Feira de Santana é o melhor local para instalação de um centro de distribuição, podendo-se obter o mínimo custo de transporte?

Para solucionar a problemática abordada anteriormente, foi realizada, por meio de um estudo de caso, uma análise da localização de um centro de distribuição no município de Feira de Santana, utilizando-se o método do centro de gravidade, também conhecido como baricentro ou centroide. No modelo do centro de gravidade, procura-se estimar o local de menor custo de transporte para a instalação de uma empresa, observando o fornecimento de matérias-primas e os mercados consumidores. Como o próprio nome sugere, esse método de localização define como melhor lugar para instalação de uma empresa, o centro de gravidade de todos os pontos de e para onde as mercadorias são transportadas. A partir da aplicação desse método é possível verificar se Feira de Santana é a região central entre fornecedores e clientes do centro de distribuição, representando o menor custo de transporte.

1.1 Objetivos do trabalho

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é aplicar o método do centro de gravidade, como estratégia de localização, para identificar se o município de Feira de Santana é ou não o melhor local para instalação da empresa, representando o menor custo de transporte.

1.1.2 Objetivos específicos

Para alcançar os resultados esperados, tendo em vista o propósito geral da pesquisa, pretende-se:

- Compreender o funcionamento da cadeia de abastecimento, com foco na logística e distribuição física;
- Coletar entradas e saídas de mercadorias da empresa;
- Aplicar o método do centro de gravidade com base nos dados fornecidos pela empresa;
- Comparar os resultados com a localização atual da empresa;

1.2 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em sete capítulos. O primeiro apresenta e contextualiza o tema abordado e sua relevância. Apresenta também os objetivos da pesquisa e em seguida a estruturação do trabalho. No segundo capítulo, faz-se uma revisão da literatura abordando os temas essenciais, compreensão e discussão do assunto: logística, distribuição física, gestão da cadeia de suprimentos, decisão de localização e método do centro de gravidade.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia do estudo, na qual explica ser uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de caso em um centro de distribuição. Em sequência foi feita uma descrição de como o método de localização foi aplicado. No quarto, fez-se uma caracterização da cidade de Feira de Santana e da empresa estudada.

Já a análise e os resultados do estudo, com base no conteúdo explorado e nos dados coletados, encontram-se explicitados no quinto capítulo. Por fim, as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros se encontram nos capítulos seis e sete, respectivamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos

Para Christopher apud Slack (2006), a definição de logística inclui o processo de

compras, movimentação de materiais e seu armazenamento, gestão de estoques e sua distribuição. Ao longo dos anos, as definições de logística, distribuição física, gestão de materiais, foram se modificando e acabaram sendo abarcados por um conceito mais amplo, o de gestão da cadeia de suprimentos.

Após cuidadosos estudos acerca da definição desse termo e de suas modificações ao longo do tempo, Mentizer *et al.*, *apud* Ballou (2006) propôs o seguinte conceito: O gerenciamento da cadeia de suprimentos é definido como a coordenação estratégica das funções tradicionais de negócios e dos processos desempenhados ao longo dessas funções em uma determinada empresa ao passo que tais negócios são administrados no âmbito da cadeia de suprimentos, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho a longo prazo das empresas isoladamente e da cadeia de suprimentos como um todo. Essa definição é mais abrangente. Compreende todas as atividades que envolvem o fluxo de mercadorias desde o estágio de matéria-prima até o usuário final.

"Produtos e serviços não têm valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretenderem consumi-los." (BALLOU, 2006, p 33). Logo, a gestão da cadeia de suprimentos, que envolve todos os processos logísticos de um produto ou serviço, do fabricante ao cliente final, impacta significativamente nos resultados de uma empresa; em mercados de produtos de consumo, que são altamente competitivos em preço, uma análise de custo e valor em tal cadeia pode revelar fontes para redução de potenciais custos (SLACK, 2006). Cada atividade desenvolvida nesse âmbito possui um valor agregado, afinal, é através dela que podemos planejar, executar e controlar o transporte, a movimentação e o armazenamento dos materiais. Quanto mais rápido e com o menor custo a mercadoria chegar ao seu destino, mais valor agregado terá a mesma (BALLOU, 2006).

Autry e Griffis (2008) *apud* Cruz (2017), afirmam que o sucesso da cadeia de suprimentos depende da otimização e de uma relação coesa entre as organizações participantes. Essa conexão entre as entidades da cadeia promoverá uma relação de dependência e colaboração entre as mesmas, dando impulso necessário para o posicionamento estratégico e conseqüentemente, levando a um melhor desempenho das funções operacionais.

Portanto, segundo Corrêa e Corrêa (2012), não basta mais para uma empresa ser excelente na gestão exclusiva de seus ativos para se manter num ambiente competitivo. É

necessário que haja uma relação de interdependência de todos os níveis da rede de suprimentos a qual a empresa pertence, com a finalidade de recompensar o cliente final e corresponder às suas expectativas; afinal, estes são os responsáveis por pagar por todos os custos operacionais e retornos sobre investimentos feitos na rede toda. Ao considerar a vital importância da coesão da cadeia de suprimentos, Corrêa e Corrêa (2012) faz observações quanto às responsabilidades e iniciativas de gestão. Ele afirma que tais responsabilidades recaem sobre os elos mais fortes da rede - compradores mais importantes, detentores de tecnologia, ou aqueles que possuem alguma outra competência central relevante, ou que podem influenciar e induzir comportamentos em outros níveis da cadeia. Tal influência pode ser percebida principalmente no nível da distribuição física, pois esta etapa é de suma importância para garantir a satisfação do cliente final, conseqüentemente, cada decisão tomada nesse âmbito mostra-se como de grande responsabilidade dentro de toda cadeia.

2.2 Distribuição Física

A logística pode ser dividida em logística interna, que consiste na movimentação de materiais dentro de uma fábrica durante a produção de um determinado produto e logística externa, que é a movimentação do produto acabado até os clientes, âmbito que engloba a distribuição física. Produtos e materiais são movimentados ao longo da cadeia de abastecimento, fluindo dos fornecedores para as plantas, delas para os centros de distribuição, e daí para aqueles que irão consumir esses produtos (BERTAGLIA, 2009).

Dentro da logística externa, tem-se a formação dos canais de distribuição, que são compostos por intermediários, organizações independentes; estes intermediários são de extrema importância para garantir o bom funcionamento da cadeia logística. Segundo Bertaglia (2009, p. 139), "as organizações de distribuição são responsáveis por vendas e transferências de produtos do fabricante para o comércio e o consumidor." Esse método de estocar e distribuir produtos é chamado por Slack (2006) de sistema de múltiplos estágios. Refere-se aos materiais que fluem através de um sistema e são estocados em diferentes pontos fora da empresa antes de serem entregues aos clientes.

Como vantagens desse sistema, tem-se a otimização do tempo, pois o produtor não tem que atender a cada cliente individual e do ponto de vista dos clientes, a redução do

contato com fornecedores. Na Figura 1 temos o exemplo de um sistema de uma empresa onde cada fábrica abastece a cada cliente (parte "a") e um outro onde há atuação de intermediários que realizam a distribuição (parte "b") reduzindo rotas e contatos.

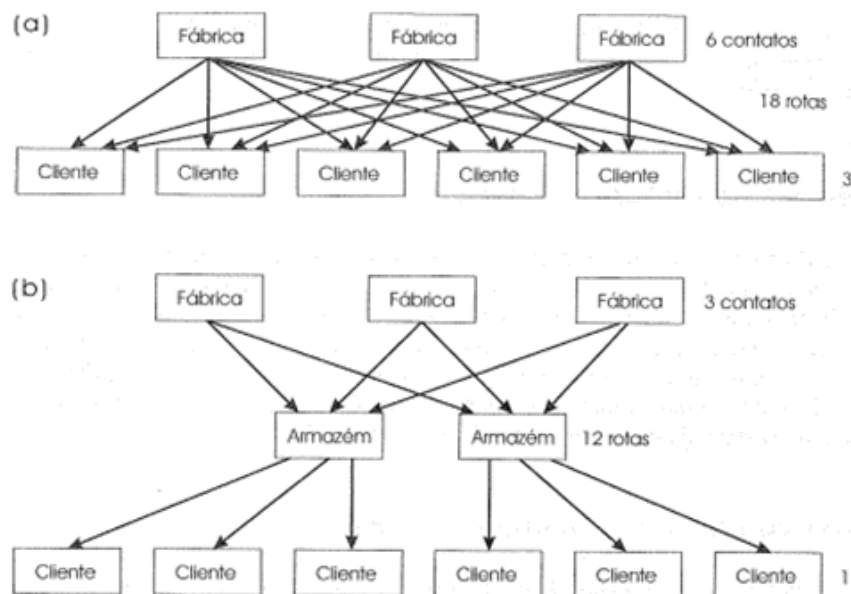


Figura 1: Estágio de armazenagem num sistema de distribuição física de múltiplos estágios

Fonte: Slack (2006)

A escolha do intermediário (canal de distribuição) que será utilizado para desempenhar tal função deve estar alinhada as estratégias adotadas pelas empresas para atender os consumidores e as características dos produtos (BERTAGLIA, 2009).

Segundo Simchi-Levi (2010) *et al apud* Meirelles *et al* (2014, p. 106), "há duas estratégias básicas de distribuição: i) o sistema direto e ii) o sistema com uso de pontos intermediários." Para estes autores, uma distribuição feita de forma direta dispensa o gasto com a construção ou implantação de intermediários. Por outro lado, não é eficiente do ponto de vista da redução de custos. Para transportar esses materiais através de longas distâncias, o custo de transporte é demasiadamente elevado, pois cada caminhão carregado com determinado produto segue para o um único cliente, processo que se repete até atender a todos os clientes.

Já com a formação dos canais de distribuição a partir de organizações independentes para armazenar e distribuir, esse custo apresenta uma redução significativa; uma única carga com diversos tipos de produtos sai da unidade fabril com destino ao intermediário e este se encarrega de distribuir os produtos de acordo com a demanda dos clientes de cada região (BERTAGLIA, 2009). Assim, obtém-se uma maior eficiência em gerir estoques e pedidos, estimar demandas e reduzir números de viagens de cargas de produtos, diminuindo assim os gastos com transportes.

De acordo com Bertaglia (2009), os intermediários que compõem a os canais de distribuição podem ser classificados em três tipos:

a) CD's (Centros de Distribuição): São unidades construídas por empresas industriais, com o objetivo de armazenar mercadorias e despachá-las para outras unidades da cadeia de abastecimento ou para os clientes.

Os CD's permitem regionalizar os estoques que existem nos diversos pontos de venda, os quais ocupam espaços nobres que poderiam ser utilizados para a exposição de produtos. Essa transferência de estoque proporciona ganho operacional, com forte impacto na redução dos custos e em ganhos de eficiência. Por outro lado, os CD's exigem reestruturação e intenso envolvimento de parceiros logísticos responsáveis pelo acompanhamento do sistema (RODRIGUES *et al*, 2014 *apud* Kenji Oi *et al*, 2017, p.5).

Segundo Lacerda (2000) *apud* Ramos (2015), o objetivo principal de um CD é garantir respostas rápidas as necessidades dos clientes de determinada área geográfica normalmente afastadas dos centros produtores e como consequência, melhorar o nível do serviço prestado. Também é função do centro de distribuição gerenciar pedidos, de clientes finais e intermediários e expedir as cargas para tais clientes (RAMOS, 2015).

De acordo com Bertaglia (2009), os processos de distribuição em um CD podem ser classificados da seguinte maneira:

- Processo distribuição-recebimento: consiste no recebimento físico do produto ou material, passando pela inspeção de qualidade para ser armazenado no local ideal. O recebimento de produtos em um centro de distribuição pressupõe processos de alimentação de estoque baseados num ponto de pedido ou demanda firme e é influenciado pelo tipo de produção e distribuição adotados pela empresa. Na

manufatura existem dois modelos que vão definir essa alimentação: produção empurrada e produção puxada. O conceito de empurrar um produto está associado geralmente a um ponto de pedido. Em função da demanda, o estoque vai decrescendo e quando atinge uma quantidade predefinida é reabastecido. O conceito de puxar está associado a demanda real, o estoque é reabastecido de acordo com a necessidade ditada pelo consumo.

- Processo distribuição-armazenagem: consiste no armazenado de alguns produtos para uso ou transporte futuro. Corresponde a tirar o produto da zona do recebimento, docas ou plataformas, por exemplo, e transferi-lo para local apropriado, mantendo-o neste local até que seja demandado. As funções relacionadas a armazenagem vão variar de acordo com as características do produto. As principais funções são: movimentação, acomodação e controle de estoque.
- Processo distribuição-expedição: a função de recebimento de pedidos refere-se a passagem de pedidos da administração de vendas para a distribuição. Supondo que esse processo tenha como suporte um sistema computadorizado totalmente integrado, o acesso aos pedidos ocorre a partir de sua liberação. Essa função requer uma boa gestão de pedidos e clientes e envolve vários processos, como separação de pedidos, planejamento de rotas, carregamento do veículo, geração de documento de transporte, entre outras.

A figura 2 mostra as principais atividades realizadas em um CD.

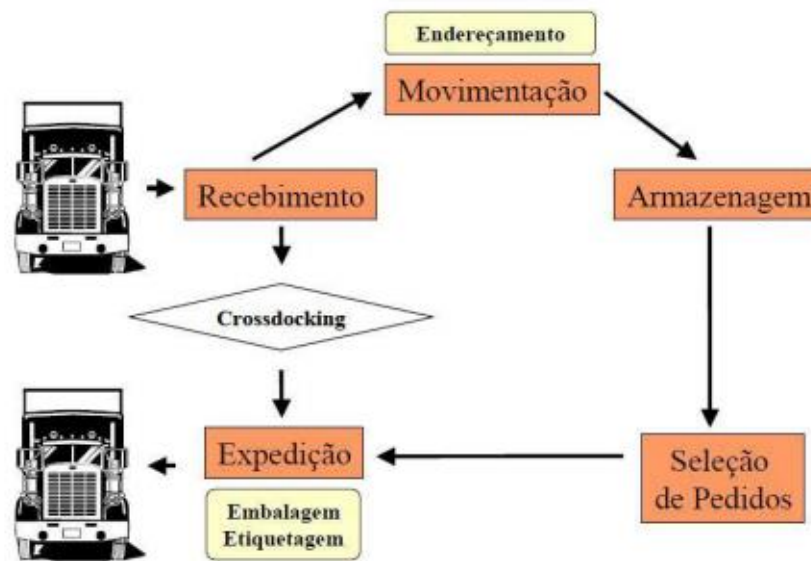


Figura 2: Funções Básicas de um CD

Fonte: CALAZANS (2001) apud RAMOS (2015)

b) Atacadistas: São unidades intermediárias que realizam a vendas de produtos para os varejistas, usuários comerciais, industriais e institucionais, agindo também como agentes de compra e venda de grandes volumes para clientes de grande porte (BERTAGLIA, 2009).

c) Varejistas: É o intermediário comerciante que vende para o consumidor final. Por meio dos varejistas, os fabricantes conseguem levar os seus produtos de forma eficiente aos consumidores, pois apresentam características de atendimento e objetivam a satisfação do cliente final (BERTAGLIA, 2009).

Esses intermediários possuem grande importância para a gestão da distribuição física e da cadeia de suprimentos como um todo. Logo, a decisão de onde localizar essas instalações irá impactar o desempenho das funções atreladas a estas organizações, sendo necessário investir em estratégias que possibilitem escolhas assertivas de localização.

2.3 Estratégias de localização

2.3.1 Relevância do estudo da localização

Saber onde melhor localizar uma instalação envolve uma questão estratégica de longo

prazo. O seu investimento econômico pode influenciar em todas as demais decisões da cadeia de suprimentos de uma empresa, ou seja, a decisão não se torna apenas uma questão econômica, mas também de sobrevivência da empresa (PAMPLONA *et al.*, 2014 *apud* SOUZA *et al.*, 2015). A localização de uma operação afeta tanto sua capacidade competitiva quanto outros aspectos internos e externos. Em empresas de manufatura, por exemplo, a localização afeta os custos diretos e indiretos, como o custo de transporte, custo da mão-de-obra, custo da disponibilidade, custo da energia (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Segundo Kenji Oi, *et al* (2017), uma escolha inadequada de localização afetará negativamente a eficiência operacional da organização. Isto porque qualquer alteração futura para a localização de um armazém ou centro de distribuição já consolidado, se mostrará muito difícil de ser implantada devido ao elevado investimento para se realizar tais modificações. Sendo assim, torna-se essencial que as empresas façam escolhas de localizações pautadas numa análise cuidadosa levando em consideração fatores potencialmente relevantes como, custos de transporte; impostos e incentivos; potencial de mercado; qualidade de vida; acesso à infraestrutura de transporte; infraestrutura local de serviços; custo de espaço e disponibilidade para expansão (FERREIRA *et al.*, 2013 *apud* SOUZA *et al*, 2015).

2.3.2 Determinação da Localização

As decisões de localização devem ser tomadas levando em consideração cinco principais características (BALLOU, 2009 *apud* SOUSA, 2019):

a) Força direcionadora em localização das instalações: é definida por elemento que é mais relevante para a decisão que os demais. Por exemplo, para localização de uma fábrica, são preponderantes os fatores econômicos, ao passo que, para o varejo, o poder aquisitivo da população ou receita de um determinado local.

b) Decisão de estabelecer uma ou múltiplas instalações: optar por instalação única representa a necessidade de se evitar competição de demanda entre as instalações, efeitos de consolidação de estoque e custos de instalações. Neste caso, custos de transporte são fundamentais.

c) Descontinuidade das escolhas: estão mais relacionadas com a localização de

instalações múltiplas. A princípio são selecionadas várias regiões potenciais ao recebimento de investimento. Devem-se optar baseados em processos discretos de localização, considerando aspectos qualitativos e quantitativos.

d) Grau de agregação de dados: o objetivo é agrupar com excelência a possível lógica das configurações de projeto e integrá-las de forma racional para obter um método prático de localização.

e) Horizonte de tempo: considera que os métodos buscam o atendimento da localização em um determinado período. A natureza dos métodos de localização podem ser estáticas, localizar baseado em um único período de tempo ou dinâmicas, definir a localização por muitos períodos.

Tais características, estão relacionadas aos problemas de localização. Ainda de acordo com Ballou (2006), as dificuldades relacionadas as decisões de localização deixaram de ser tratadas de forma heurística e passaram a envolver aspectos quantitativos, refletindo um ganho quanto à minimização dos custos de instalação e transporte e garantindo a satisfação do cliente.

Para Slack (2009) *apud* Sousa (2019), nos modelos tradicionais duas variáveis são basicamente usadas como influência principal no processo de análise quantitativa e qualitativa da decisão de localização: a demanda dos bens e serviços e a oferta de insumos para o funcionamento da empresa. Em relação a demanda, tem a influência da proximidade com os clientes, adequação do local, imagem da empresa, conveniência para clientes, como rapidez e confiabilidade. Sobre a oferta de insumos agem os custos com mão de obra, energia, transporte, custos de terreno, entre outros (SLACK *et al.*, 2009 *apud* SOUSA, 2019). Levando em consideração a proximidade com os clientes, influenciando a variável demanda dos bens e serviços, vale salientar que alguns métodos podem ser utilizados para identificação do melhor ponto para localização de uma instalação, entre eles, o método do centro de gravidade, que tem por finalidade identificar um ponto central no território entre fornecedores e clientes, minimizando assim, os custos de transporte.

2.3.3 Método do Centro de Gravidade

O método do centro de gravidade também conhecido por várias outras denominações:

baricentro, p-gravidade, método do mediano ou método centroide, é uma técnica para localização de uma unidade operacional, dadas as localizações existentes de suas principais fontes de insumos e clientes e os volumes a serem transportados entre esses locais. Tal método considera a localização num *grid* simplificado as unidades já existentes (fontes de insumos e clientes) com a finalidade de estabelecer as distâncias entre os locais (CORRÊA; CORRÊA, 2012). A Figura 3 ilustra essa localização; os pontos no plano seriam as localizações das cidades definidas pela distância do ponto ao eixo x e do mesmo ao eixo y - o par (x,y).

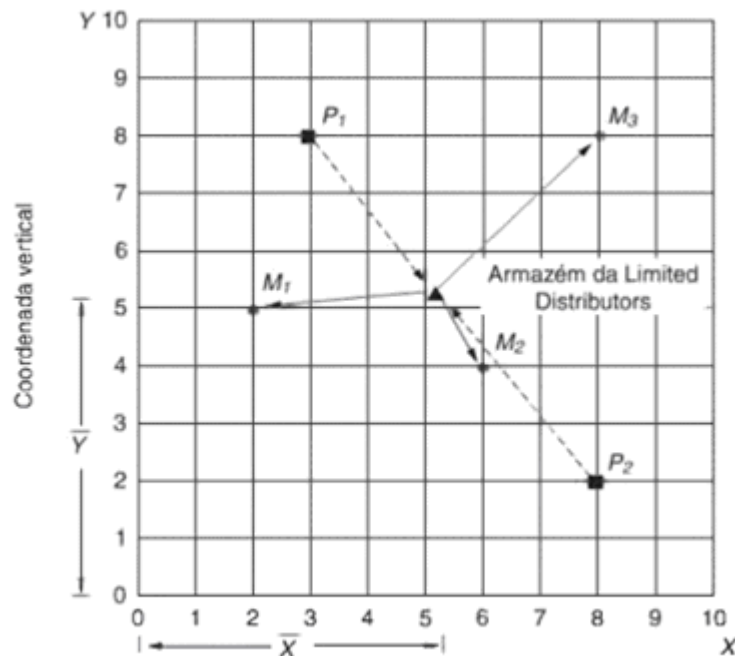


Figura 3: Mapa de localização das fábricas P1, e P2, dos mercados M1, M2 e M3 e da localização sugerida do armazém.

Fonte: Ballou (2006)

Essa técnica é muitas vezes utilizada para localizar armazéns intermediários ou de distribuição, dadas as localizações, por exemplo, das fábricas e dos clientes. Seu objetivo é localizar um ponto central no território de modo que haja minimização do custo total de transporte TC entre este centro e os pontos que serão atendidos na região. Este custo total é a

soma dos produtos entre o volume de carga transportada V_i , o custo unitário de transporte R_i e a distância percorrida d_i , como está descrito na equação 1. (BALLOU, 2005 *apud* SELLITTO *et al.*, 2015).

$$\text{Min TC} = \sum_i (V_i R_i d_i) \quad (\text{eq. 1})$$

A localização da instalação é encontrada pela resolução de duas equações para as coordenadas de localização:

$$X' = \frac{\sum_i \frac{V_i R_i X_i}{d_i}}{\sum_i \frac{V_i R_i}{d_i}} \quad (\text{eq. 2})$$

$$Y' = \frac{\sum_i \frac{V_i R_i Y_i}{d_i}}{\sum_i \frac{V_i R_i}{d_i}} \quad (\text{eq. 3})$$

Em que X' e Y' são as coordenadas da instalação localizada e X_i e Y_i são as coordenadas dos pontos fonte e demanda.

O d_i da distância é estimado pela equação 4, em que K representa um fator de escala para converter uma unidade de uma coordenada em uma medida mais comum de distância, por exemplo, milhas ou quilômetros (BALLOU, 2006).

$$d_i = k \sqrt{(x_i - x')^2 + (y_i - y')^2} \quad (\text{eq. 4})$$

O processo para encontrar a localização, de acordo com Ballou (2006), envolve ao todo sete etapas:

- a) Determinar as coordenadas X_i , Y_i para cada ponto de fonte e de demanda, os

volumes e os custos unitários de transporte para todo ponto do mercado local.

b) Calcular a localização do baricentro local (x' , y') através das equações 2 e 3 omitindo o termo d_i , como a seguir:

$$\mathbf{X}' = \frac{\sum_i (V_i R_i X_i)}{\sum_i (V_i R_i)} \quad (\text{eq. 5})$$

$$\mathbf{Y}' = \frac{\sum_i (V_i R_i Y_i)}{\sum_i (V_i R_i)} \quad (\text{eq. 6})$$

c) Calcular o d_i conforme a equação 4 a partir do x' e y' encontrados nas equações 2 e 3.

d) Substituir d_i nas equações de x' e y' (eq. 2 e 3), e reescrever as mesmas para as coordenadas x' e y' revisadas.

e) Recalcular d_i a partir das coordenadas revisadas x' e y' .

f) Repetir as etapas descritas no passo 4 e 5 até que as coordenadas x' e y' não mudem por sucessivas interações.

g) O método é finalizado ao calcular o custo total para a melhor localização encontrada a partir da equação 1.

Em sua forma mais simples, a aplicação do método assume que os custos de transporte de material para a unidade a ser localizada, vinda das fontes e insumos e da unidade a ser localizada para seus destinos (clientes), são iguais e proporcionais às quantidades transportadas (não considera custos fixos por trecho transportado ou custos adicionais para despachos com cargas parciais) (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Caracterização do município de Feira de Santana

Ao se analisar o processo de evolução de Feira de Santana, observa-se que desde o final do século XIX, a cidade se desenvolveu a partir de atividades produtivas, especialmente da pecuária. Ao longo dos anos, conquistou uma posição intermediária, se consolidando como cidade média na década de 1970, devido ao crescimento da população, alcançando nesta época, mais de 100 mil habitantes. A partir dessa mesma década a modernização industrial se firmou colocando a cidade em uma posição de destaque na hierarquia urbana do estado (FREITAS, 2010, *apud* SANTOS , 2013). Nos últimos anos, Feira de Santana vem apresentando um crescimento do PIB bem superior que o do Brasil, em torno de 8%, segundo dados do IBGE. Possui área territorial de 1.304,425 km² e uma população estimada de 609.913 pessoas (IBGE, 2018), caracterizando-se como a maior cidade do Nordeste, fora capitais e cidades metropolitanas.

Feira de Santana apresenta um grande desenvolvimento do setor terciário devido à forte atuação dos comerciantes desde a sua formação. Não obstante, o setor secundário também vem se desenvolvendo, onde a indústria tem ganhado cada vez mais força nos últimos anos. No ano de 2018, segundo relatório da FIEB (Fundação das Indústrias do Estado da Bahia), vários investimentos tem sido realizados com o intuito de fomentar o setor industrial na Bahia, e sobretudo em Feira de Santana. Tal desenvolvimento, em ambos os setores, comércio e indústria, impacta diretamente na produção de bens e serviços, ou seja, na economia da região, como demonstrado no gráfico da Figura 4.

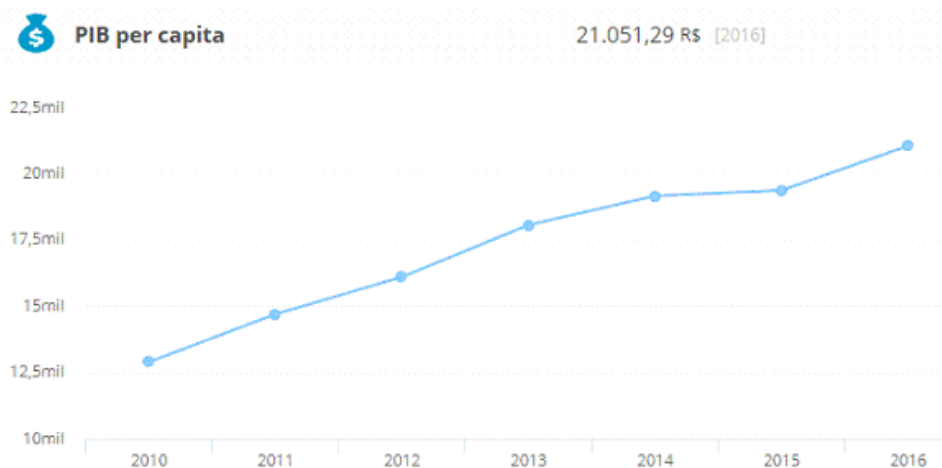


Figura 4: Gráfico de crescimento do PIB

Fonte: IBGE, 2016

O surgimento de novas indústrias na região se deve ao fato de que a área se configura como um entroncamento rodoviário para onde convergem as mais importantes vias rodoviárias da Bahia, destacando-se as BR-324, BR-101, BR-116, BR-242. Este sistema é a principal ligação da Região Metropolitana de Salvador ao interior e conecta os centros produtores aos portos de Aratu e Salvador. Este cenário é extremamente favorável para instalação de fábricas, armazéns ou centros de distribuição, pois do ponto de vista da redução de custos logísticos, a localização no centro de um sistema por onde diversas cargas de produtos tem que passar a caminho do destino, é estratégica.

3.2 Caracterização da empresa

A empresa atua como comércio atacadista de produtos alimentícios em geral. Abrange todas as formas de alimentos para consumo das pessoas, vendidos em grande escala, tanto para pessoas físicas, quanto para comércios varejistas para revenda, vendedores ambulantes, restaurantes e outras empresas do ramo. Destaca-se aqui que ração e demais produtos de função alimentícia para bichos e animais não estão aqui compreendidos. A empresa apresenta em torno de 600 funcionários.

4. METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

O presente trabalho, de acordo com Santana *et al.*, (2010), se caracteriza, quanto ao tipo de estudo, como uma pesquisa aplicada, pois seu desenvolvimento se relaciona com um problema que precisa ser solucionado por meio do conhecimento produzido através do estudo. Trata-se da aplicação do método do centro de gravidade para determinação da melhor localização de um centro de distribuição. Apresenta uma abordagem quantitativa, dada as características objetivas da pesquisa, vez que a natureza dos dados é numérica e os resultados obtidos podem ser mensuráveis matematicamente.

Segundo os objetivos, de acordo com o que afirma Santana *et al.* (2010), a pesquisa é descritiva, pois descreve a aplicação prática de um método. Ainda em concordância com este autor, segundo os procedimentos técnicos de coleta de dados empregados na pesquisa, esta possui um caráter bibliográfico, afinal, foram utilizados livros, periódicos e artigos científicos, ou seja, informações que já foram produzidas e armazenadas por outros estudiosos. Também se trata de um estudo de caso, pois o foco da pesquisa se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em um contexto de vida real, mais especificamente, um estudo aprofundado envolvendo técnicas e procedimentos em uma organização (YIN, 2001 *apud* SANTANA, 2010).

4.2 Coleta de dados

O estudo de caso foi aplicado em uma empresa de distribuição de produtos localizada no município de Feira de Santana-BA. Foi realizada previamente uma visita no centro de distribuição, com o objetivo de adquirir os dados relevantes para realização do estudo, sendo estes, as cidades onde se localizavam os produtores e/ou fornecedores, bem como as cidades destino das mercadorias e as quantidades de entrega. Os dados coletados para a pesquisa são referentes ao período de 15 de março de 2019 a 15 de abril de 2019.

A análise se deu com base em 3 indústrias que são os fornecedores dos produtos a serem distribuídos pelo centro de distribuição, sendo estas localizadas em 5 municípios: Barueri - SP, Manaus - AM, Campinas - SP, Rio das Pedras - SP e Machado - MG. O centro atua distribuindo no estado da Bahia, em 188 municípios, dos quais, 10, correspondendo a 5,32% do total de municípios, compõem nosso cenário de simulação; são eles: Seabra, Irecê,

Conceição do Coité, Ipirá, Santo Estevão, Monte Santo, Senhor do Bonfim, Cruz das Almas, Alagoinhas e Euclides da Cunha. Os cenários de distribuição foram propostos de acordo com os dados fornecidos pela empresa estudada, onde cerca de 50% do valor enviado para todo o estado da Bahia, é distribuído entre essas 10 cidades, sendo consideradas portanto, as principais para empresa. A escolha desses municípios para o estudo se justifica através de uma curva ABC adaptada (mostrada nos resultados). A curva ABC é um método de classificação de itens de determinado sistema de operações em grupos, baseados em seu valor total anual de uso (CORRÊA; CORRÊA, 2012). No caso da escolha das cidades, essa técnica foi adaptada para definir uma amostra para o presente estudo assumindo que estas cidades são as que representam um maior retorno financeiro para a empresa, pois recebem cerca de 50% do total a ser transportado em quilos, segundo dados fornecidos pelo centro de distribuição. Logo, possuem maior relevância para o estudo de localização.

4.3 Método proposto

Com a coleta de dados, desenvolveu-se o estudo de acordo com os seguintes passos:

a) Determinação das coordenadas geográficas de cada cidade, entre fornecedores e clientes, utilizando o aplicativo Mapa coordenadas. Na Figura 5, como exemplo, é mostrada a localização de Feira de Santana, latitude e longitude (x,y); Observa-se, que a latitude é dada com base na distância de um determinado ponto em relação a linha do Equador e a longitude marca a distância em relação ao Meridiano de Greenwich. A coordenada foi obtida no formato de graus decimais.



Figura 5: Localização de Feira de Santana

Fonte: Mapa Coordenadas

b) Alocação dos dados de localização e de massa (em quilos) em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel;

c) Construção de cenários de estudo mantendo fixos os valores de entrada (fornecedores) e variando os valores de saída (clientes). Isso foi definido porque a quantidade recebida pelo fornecedor localizado na cidade de Machado é muito maior que todos os outros. A variação dos valores de saída foi definida pois as quantidades solicitadas pelos clientes se alteram mensalmente.

As quantidades de entrada para o centro de distribuição a partir dos fornecedores, referente a cada uma das cidades, Barueri, Manaus, Campinas, Rio das Pedras e Machado, foi determinada de acordo com o percentual em relação ao total enviado pelas 3 indústrias situadas nessas localidades.

O valor de saída de produtos para os clientes a partir da empresa estudada (cerca de 46982 kg), foi dividido igualmente entre os mesmos (4698,2 kg para cada uma das 10 cidades) definindo assim, o primeiro cenário. Os demais cenários de simulação para os valores de saída foram estabelecidos distribuindo a quantidade de mercadoria em 50% para uma das cidades e os outros 50% para as outras 9. Ao todo, para esta situação, houveram 10

cenários.

d) Aplicação do método do centro de gravidade na forma mais simples do método, como descrito por Corrêa e Corrêa (2012), assumindo que os custos de transporte de material para a unidade a ser localizada, vinda das fontes e insumos e da unidade a ser localizada para seus destinos (clientes), são iguais e proporcionais às quantidades transportadas (não considerando custos fixos por trecho transportado ou custos adicionais para despachos com cargas parciais), uma vez que esses dados de custeio não foram fornecidos pela empresa. Sendo assim, o presente estudo se limitou a fornecer o melhor ponto de localização não levando em consideração o custo unitário do transporte.

e) Após a determinação da melhor localização para o centro de distribuição de acordo com a aplicação do método, foi feita uma comparação com a localização atual do mesmo.

5. RESULTADOS

5.1 Determinação das coordenadas geográficas

As Figuras 6 e 7, mostram, respectivamente, as 5 cidades do fluxo de entrada (fornecedores) e as 10 cidades que compõem o fluxo de saída (clientes), com todos os pontos plotados no mapa.



Figura 6: Fluxo de entrada de produtos na empresa estudada a partir dos fornecedores

Fonte: PROLOG, 2019.

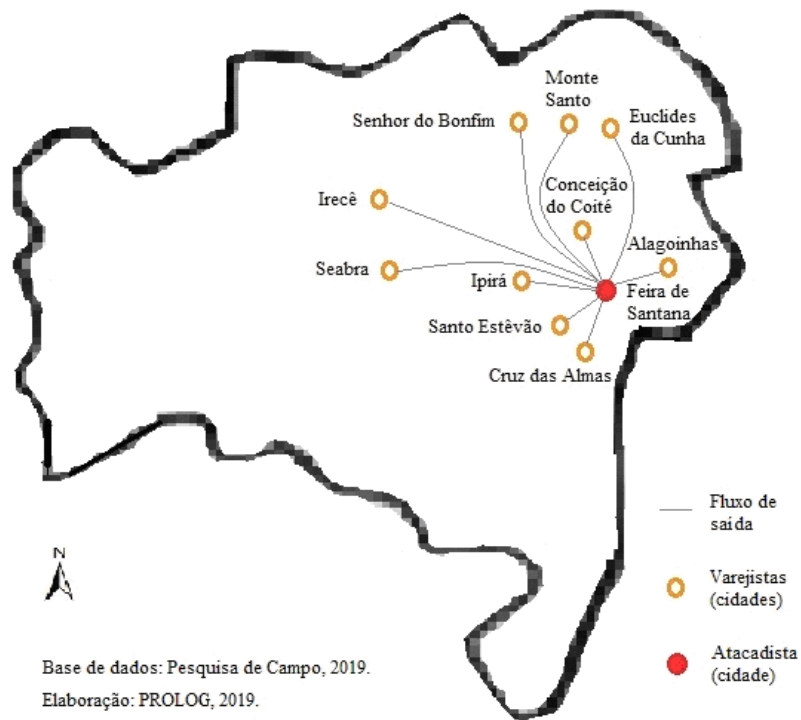


Figura 7: Fluxo de saída de produtos para os clientes varejistas a partir da empresa estudada

Fonte: PROLOG, 2019.

Através do aplicativo Mapa Coordenadas foram determinadas as coordenadas geográficas para cada localidade, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas geográficas das localidades (em graus decimais)

	Cidades	Latitude	Longitude
	Barueri	-23,511369	-46,872942
	Manaus	-3,129896	-60,02066
Entradas	Campinas	-22,910174	-47,059327
	Rio das Pedras	-22,838312	-47,599786
	Machado	-21,678243	-45,922332
	Seabra	-12,417507	-41,769224
	Irecê	-11,303401	-41,855769
	Conceição do Coité	-11,563472	-39,283899
	Ipirá	-12,158013	-39,736631
	Santo Estêvão	-12,428444	-39,250916
Saídas	Monte Santo	-10,438662	-39,333025
	Senhor do Bonfim	-10,46144	-40,186773
	Cruz das Almas	-9,629425	-35,69973
	Alagoinhas	-12,139315	-38,4232
	Euclides da Cunha	-10,508781	-39,013803

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

5.2 Cenários de simulação para aplicação do método do centro de gravidade

Do total enviado pelos fornecedores para distribuição nos 188 municípios do estado da

Bahia, 46982,32 kg, que corresponde a 49,79%, é distribuído para as 10 cidades citadas no presente estudo. A Figura 8 mostra uma Curva ABC adaptada utilizada no estudo de caso justificando o fato dessas cidades serem consideradas as principais para a empresa e consequentemente, a aplicação do centro de gravidade se dar com relação a elas.

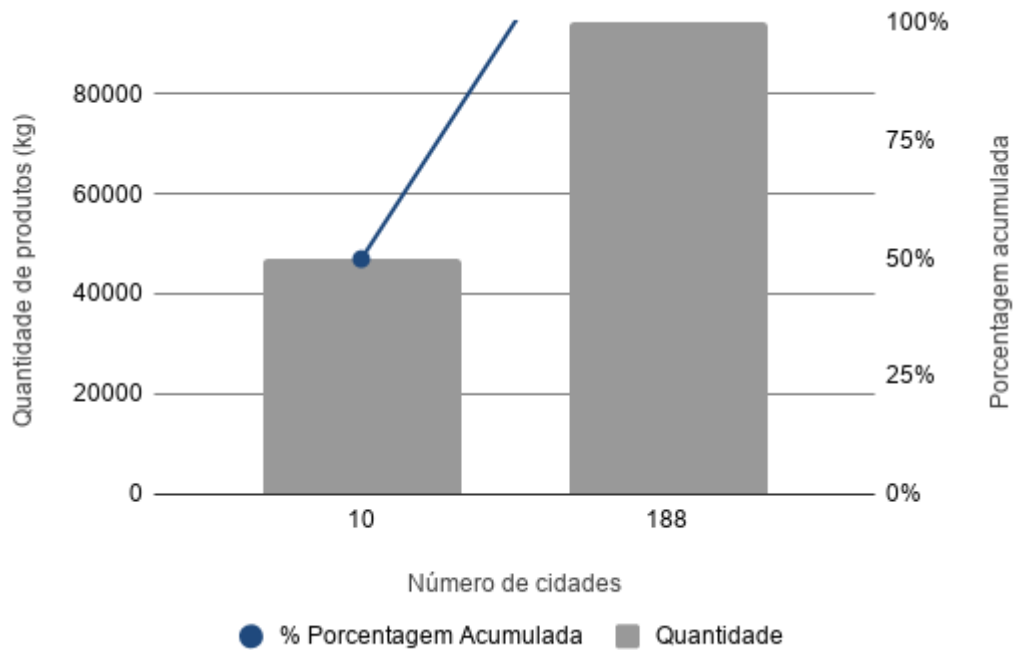


Figura 8: Curva ABC adaptada aplicada no estudo de caso

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

A partir dos dados fornecidos pela empresa, foram montados cenários de simulação para viabilizar a aplicação do método de acordo com a realidade da empresa, onde os fluxos de saída para os clientes varejistas variam mensalmente. Os dados fornecidos pela empresa, com relação à quantidade de mercadoria em massa, dos fornecedores e clientes, estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Fluxo de entrada e saída de produtos no centro de distribuição

Entradas (fornecedores)	
Barueri-SP e Manaus-AM	4334,21 kg
Campinas-SP e Rio das Pedras-SP	8762,85 kg
Machado-MG	81261,04 kg
Saídas (clientes)	
Para os 188 municípios da Bahia	94358,11 kg
Para os 10 principais municípios	46982,32 kg

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Com esses dados foi possível definir as quantidades de entrada para o centro de distribuição, referente a cada uma das cidades de acordo com o percentual em relação ao total enviado pelos 3 fornecedores situados nessas localidades, como mostra a Tabela 3. Cada valor corresponde a 49,79% (porcentagem enviada para distribuição nos 10 municípios baianos) dividido pela quantidade de cidades. Tais valores foram mantidos constantes para todos os 11 cenários de distribuição.

Tabela 3: Valores de entrada para o centro de distribuição

Indústrias	Cidades	Quantidades
1	Barueri - SP	1079
	Manaus - AM	1079
2	Campinas - SP	2182
	Rio das Pedras - SP	2182
3	Machado - MG	40460

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

O valor de saída do centro de distribuição para os municípios (cerca de 46982 kg), foi dividido igualmente entre os mesmos. Esse foi o primeiro cenário. Os outros cenários de simulação para os valores de saída foram estabelecidos distribuindo a quantidade de

mercadoria em 50% para uma das cidades e os outros 50% para as outras 9. Ao todo, para esta situação, foram construídos 10 cenários; visto que são 10 cidades diferentes, os valores de 50% (23491 kg) e de 50%/9 (2610,11 kg) permutaram entre todas elas. A Tabela 4 demonstra estas situações, com todos os cenários definidos.

Tabela 4: Cenários de simulação

	Saídas									
	Seabra	Irecê	Coité	Ipirá	Santo Estêvão	Monte Santo	S. Bonfim	Cruz das Almas	Alagoinhas	Euclides da Cunha
Cenário 1	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2	4698,2
Cenário 2	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 3	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 4	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 5	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 6	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 7	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 8	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11	2610,11
Cenário 9	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11	2610,11
Cenário 10	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491	2610,11
Cenário 11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	2610,11	23491

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

5.3 Centros de gravidade obtidos a partir da aplicação

A partir das situações simuladas, foi possível calcular o centro de gravidade para cada

situação, obtendo-se 11 respostas (Tabela 5).

Tabela 5: Coordenadas geográficas dos centros de gravidade obtidos nos cenários estudados

	Coordenada x	Coordenada y	Cidades
1	-16,3822181	-42,9275205	Grão Mogol
2	-16,61744543	-43,44148649	Grão Mogol
3	-16,36986628	-43,46071871	Francisco Sá
4	16,42765984	-42,88919196	Grão Mogol
5	-16,55978009	-42,98979908	Grão Mogol
6	-16,74018834	-42,88426707	Cristália
7	-16,17770202	-42,90010885	Grão Mogol
8	-16,1827638	-43,08983066	Riacho dos Machados
9	-15,99787155	-42,09270983	Salinas
10	-16,55562497	-42,69792548	Grão Mogol
11	-16,19328403	-42,82917061	Grão Mogol

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Diante da análise dos pontos obtidos, pode-se verificar que a maioria destes estão situados em localidades próximas umas das outras: os municípios de Salinas, Francisco Sá, Grão Mogol, Riacho dos Machados e Cristália, todos situados no estado de Minas Gerais,

como mostra a Figura 9. Tal resultado, deu-se devido à localização dos fornecedores e clientes. Dado que, o centro de gravidade estabelece um ponto central entre os locais e sabendo que os fornecedores estão localizados na região sudeste, mais precisamente nos estados de Minas Gerais e São Paulo (com exceção do fornecedor localizado em Manaus), o resultado apresentado se justifica, pois a região indicada pelos 11 centros de gravidade é justamente a região central entre as cidades fornecedoras e os 10 municípios baianos onde estão localizados os clientes.



Figura 9: Mapa de localização dos centros de gravidade e da cidade de Feira de Santana

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

Vale ressaltar que a aplicação do método do centro de gravidade não considerou os custos unitários de transporte para cada localidade. De acordo com Ballou (2006), as taxas de transporte são decrescentes com a distância, logo, a redução das distâncias é suficiente para

implicar em uma minimização de custos. Quando os custos de transporte são substanciais na formação do custo total do produto, se tornam um dos fatores relevantes para a determinação da localização. A utilização desse método, em geral, também desconsidera fatores qualitativos como disponibilidade de mão de obra, incentivos fiscais e governamentais, facilidade de modais de transporte, infraestrutura urbana e de serviços, entre outros. Tais fatores podem ser analisados ao se comparar os centros de gravidade obtidos através do estudo com a atual localização do centro de distribuição.

5.4 Comparativo dos resultados obtidos com a localização atual da empresa

É notório que o município de Feira de Santana, possui localização estratégica sob vários pontos de vista: possui infraestrutura urbana; é cortado por importantes vias rodoviárias — fator potencialmente relevante, vez que, o sistema de transporte brasileiro é basicamente composto por modais rodoviários; alto potencial de industrialização; potencial para crescimento; incentivos fiscais; comércio desenvolvido; entre outros; por este motivo, Feira de Santana tem sido escolhida por inúmeras empresas para sediar suas unidades operacionais. Porém, apesar de sua preeminência com relação as características apresentadas, a cidade não se mostra como melhor local para instalação do centro de distribuição, pois não é a região central entre fornecedores e clientes, logo, pode-se verificar a possibilidade de deslocamento do centro de distribuição para outro local com o intuito de encurtar distâncias e minimizar os custos de transporte.

Os municípios que recebem 49,79% do total de produtos distribuídos pela empresa estudada no estado da Bahia estão relativamente próximos à cidade de Feira de Santana. Porém, com a aplicação do método de centro de gravidade, percebe-se uma tendência a se obter centros de gravidade que se localizem entre todas as cidades estudadas de acordo com a quantidade fornecida ou recebida por cada um. Nesse caso, o fornecedor localizado na cidade de Machado, sul de Minas Gerais, foi significativo para o cálculo dos centros de gravidade, pois é responsável pelo envio de cerca de 80% da quantidade total de mercadoria enviada para o centro distribuidor. Por este motivo, seria interessante a localização de um centro de distribuição em Minas Gerais, como apontado pelo resultado encontrado.

Sendo assim, o deslocamento para algum dos pontos indicados pelo método, pode

implicar em uma redução de custos de transporte para o centro distribuidor, considerando que qualquer destes pontos representa a localização onde há minimização destes custos, impactando assim, os resultados da empresa.

6. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido um estudo de localização com base no método do centro de gravidade. Os dados fornecidos pela empresa limitaram a análise no que diz respeito a influência do custo unitário de transporte para a definição do ponto ótimo, porém, pode-se fazer importantes considerações a partir dos dados da pesquisa e dos resultados obtidos. Dadas as localizações dos fornecedores e clientes envolvidos no processo de distribuição da empresa e das quantidades de mercadoria transportadas, deu-se a construção de 11 cenários para a distribuição dos produtos e então, a aplicação do método, obtendo-se 11 centros de gravidade diferentes. Esses centros de gravidade se localizaram no estado de Minas Gerais, na cidades de Salinas, Francisco Sá, Grão Mogol, Riacho dos Machados e Cristália, sendo o município de Grão Mogol com um número maior de ocorrências no resultado.

Desta forma, o presente estudo alcançou o objetivo proposto. Pode-se aplicar o método do centro de gravidade para verificar se Feira de Santana realmente é o ponto ótimo entre fornecedores e clientes da empresa estudada, chegando-se a conclusão de que a cidade não se encontra na região central, portanto não é o local onde se pode obter o menor custo de transporte. A análise permitiu a identificação de outras possíveis localizações para o centro de distribuição, nas cidades de Salinas, Grão Mogol, Cristália, Francisco Sá ou Riacho dos Machados, podendo o centro ser deslocado para alguma dessas cidades. O estudo de caso também permitiu realizar uma breve análise dos fatores que possivelmente estão atrelados a escolha de Feira de Santana como ponto de instalação da empresa. Entendeu-se que a escolha de Feira de Santana se deve ao fato da excelente localização que a cidade possui e de sua preeminência com relação a fatores como industrialização, crescimento econômico, forte característica comercial, configuração como um entroncamento rodoviário, dentre outros. Evidencia-se aqui que estes fatores, por sua vez subjetivos, irão ter influência ou não para a decisão de localização de acordo com os objetivos e estratégias da empresa, sendo a escolha da localização uma estratégia a longo prazo que pode envolver inúmeras variáveis.

Os centros de gravidade obtidos se localizaram no estado de Minas Gerais. Esse resultado se justifica pelo fato desta região ser o centro entre todos os fornecedores e clientes e em virtude da cidade de Machado, localizada neste mesmo estado, ser a responsável pelo envio da maior quantidade de produtos (em quilos) a serem distribuídos nos 10 municípios baianos. O método do centro de gravidade mostrou que, dadas as quantidades e localizações de fornecedores e clientes, é possível determinar o ponto onde os custos de transporte são mínimos, pois o centro de gravidade é a localização mínima entre a instalação, os fornecedores e os mercados consumidores.

7. TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, têm-se a aplicação de outros métodos de localização, visto que, existe uma grande variedade de métodos utilizados para solucionar problemas de localização, como método dos momentos, método da comparação entre custos, entre outros.

Sugere-se, por exemplo, lançando mão de métodos mais subjetivos, analisar o sistema logístico da empresa sob a perspectiva de critérios qualitativos, como qualidade de vida da população da região, clima, entre outros pontos. Uma das metodologias que pode ser aplicada é o método da ponderação de fatores, ou ponderação qualitativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª ed. São Paulo: Bookman, 2006.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. 2ª ed. Rev. e atual.: São Paulo: Saraiva, 2009.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/feira-de-santana.html?>> Acesso em: 11 de julho de 2019.

BRASIL. Federação das Indústrias do Estado da Bahia. **Relatórios**. 2018. Disponível em:< <http://www.fieb.org.br/bancafiieb/relatorios>> Acesso em: 11 de julho de 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CRUZ, V. L.; LEONE, R. J. G.; SANTOS, R. R. dos. Uma análise dos estudos relacionados à qualidade do serviço logístico. **Fatec Zona Sul**. vol. 4, n.1, 2017.

KENJI OI, R. et al. Aplicação do método do centro de gravidade do CD de uma empresa de distribuição de medicamentos hospitalares. In: *Enegep* 37, 2017, Joinville.

MEIRELLIS, D. C.; BELMIRO, L. A. G.; PACÍFICO, O. (Editores). **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. Estácio de Sá, 2014.

Oliveira, A. S. de. **Canais de distribuição como fator de competitividade**. Monografia (Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

PINTO, M. A. **Análise logística para definição da localização de um centro de distribuição de bebidas em Fortaleza/CE**. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Ceará, 2016.

RAMOS, P. T. R. **Estudo para implantação de centro de distribuição de produtos farmacêuticos na cidade de Uberlândia (MG)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade federal de Uberlândia, 2015.

SANTANA, J. S. S. (Org.); NASCIMENTO, M. A. A. (Org.). **Pesquisa. Métodos e técnicas de conhecimento da realidade social**. Feira de Santana: UEFS, 2010.

SANTOS, F. D.; SILVA, C. F. M.; ALVES, A. S. A cidade de Feira de Santana-BA: uma nova (re)configuração espacial proporcionada a partir da expansão comercial. Tempos. Espaços e representações: abordagens geográficas e históricas. UESB. 2013.

SELLITTO, M. A.; OLIVEIRA, L.; PEREIRA, G. M.; BORCHARDT, M. Localizações de bases de assistência técnica de um prestador de serviços de manutenção de bombas de combustível. **Produção Online**. vol.15, n.1, p. 2-20. 2015.

SILVA, M. L., **Trabalho monográfico: do pensar ao fazer ... passo a passo**. Feira de Santana: Printmídia, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 1. ed. 10. reimp. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUSA, L. S. M. et al. Aplicação dos métodos smart, smarter e centro de gravidade para decisão de localização de uma escola pública. **Brazilian Journal of Production Engineering**, 5 (1): 74-100. 2019.

SOUZA, F. J. S. de; PEREIRA, N. S.; PONTES, H. L. J. Aplicação do método do centro de gravidade para localização de uma transportadora rodoviária de cargas. In: Enegep 35., 2015, Fortaleza.