

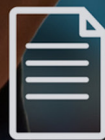
# Operations & Production Management



Clayton Robson Moreira da Silva  
(Organizador)



Atena  
Editora  
Ano 2019



Clayton Robson Moreira da Silva  
(Organizador)

# Operations & Production Management

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

O61 Operations & production management [recurso eletrônico] /  
Organizador Clayton Robson Moreira da Silva. – Ponta Grossa  
(PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-224-1  
DOI 10.22533/at.ed.241192903

1. Administração – Estudo e ensino. 2. Administração – Pesquisa  
– Brasil. I. Silva, Clayton Robson Moreira da.

CDD 658.00711

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Operations & Production Management*”, publicada pela Atena Editora, compreende um conjunto de dezesseis capítulos que abordam diversas temáticas inerentes ao campo da Administração, de forma mais específica, estudos sobre Administração de Produção e Operações.

Dessa forma, esta obra é dedicada àqueles que desejam ampliar seus conhecimentos e percepções sobre a Administração de Produção e Operações, por meio de um arcabouço teórico construído por uma série de artigos desenvolvidos por pesquisadores renomados e com sólida trajetória na área. Ainda, ressalta-se que este livro agrega ao campo da Administração de Produção e Operações à medida em que reúne um material rico e diversificado, proporcionando a ampliação do debate sobre os temas e conduzindo gestores, empreendedores, técnicos e pesquisadores ao delineamento de novas estratégias de gestão de operações e produção. A seguir, apresento os estudos que compõem os capítulos desta obra, juntamente com seus respectivos objetivos.

O primeiro capítulo é intitulado “Análise de Modelo de Gestão de Estoque de Produtos Acabados: um estudo de caso em uma empresa petrolífera” e objetivou estudar como as empresas administram os seus estoques de produtos acabados, atendendo de forma satisfatória seus clientes, reduzindo custos e trazendo retorno financeiro para investidores. O segundo capítulo tem como título “Análise do Controle de Estoque: estudo em uma Escola Estadual de Educação Profissional” e objetivou analisar o controle de estoque de uma escola estadual de educação profissional, aplicando métodos de controle da iniciativa privada. O terceiro capítulo, intitulado “Localização de um Centro de Distribuição: um estudo sobre a melhor localização geográfica de acordo com o método do centro de gravidade”, teve como objetivo sugerir uma localização geográfica para a instalação de um centro de distribuição de produto químico ensacado, baseado no método do centro de gravidade.

O quarto capítulo, intitulado “Percepção da Qualidade em Serviços: associação com o Modelo de Excelência em Gestão - MEG”, objetivou analisar a qualidade dos serviços prestados por uma rede de correspondência bancária através da percepção de seus colaboradores, à luz do Modelo de Excelência da Gestão (MEG). O quinto capítulo é intitulado “Análise da Teoria *Net Zero Energy Building* Aplicada no Brasil” e buscou analisar a implantação de técnicas de redução das necessidades energéticas de edifícios, otimizando o uso da energia e a utilização de tecnologias de energia renovável. O sexto capítulo tem como título “Higiene e Segurança no Trabalho: análise das práticas de “ARH Sustentável” nas instituições bancárias” e analisou as ações de Higiene e Segurança do Trabalho desenvolvidas por instituições financeiras na Paraíba, à luz das ações de recursos humanos sustentáveis.

O sétimo capítulo é intitulado “Estudo Comparativo de Características do Sabão Ecológico” e objetivou analisar os benefícios e possíveis riscos da produção artesanal do sabão ecológico, bem como na utilização dos mesmos, visto a falta de padronização nesse processo. O oitavo capítulo tem como título “Análise da Utilização

de Indicadores-Chave de Desempenho à Luz do *Balanced Scorecard*: um estudo de caso em uma empresa do setor de telecomunicações” e analisou os indicadores-chave de desempenho utilizados pelos gestores de uma empresa de telecomunicações localizada na cidade do Rio de Janeiro, à luz da ferramenta de gestão *Balanced Scorecard*. O nono capítulo, intitulado “Gerenciamento de Riscos Aplicado à Gestão de Projetos Públicos”, objetivou identificar e analisar os fatores de risco que poderiam impactar na consecução do “Projeto Básico e Executivo”, utilizando a matriz de probabilidade e impacto.

O décimo capítulo é intitulado “Estratégia, Internacionalização e Inovação como Diferencial Competitivo: parceria dos centros de pesquisa, universidades e empresas brasileiras” e objetivou discutir aspectos relacionados à estratégia, internacionalização e inovação como diferencial competitivo. O décimo primeiro capítulo tem como título “O Impacto da Internacionalização sobre os Sistemas de Controle Gerencial de Empresas do Setor Industrial do Rio de Janeiro” e trata do impacto da internacionalização sobre os sistemas de controle gerencial de empresas do setor industrial do Rio de Janeiro. O décimo segundo capítulo, intitulado “Educação Corporativa: conexão entre aprendizagem e competitividade”, teve como objetivo proporcionar uma visão geral sobre o tema educação corporativa como modelo de gestão do conhecimento, bem como demonstrar como ela se dá no âmbito organizacional e definir a sua importância para a competitividade das empresas.

O décimo terceiro capítulo tem como título “A Ética na Gestão Organizacional e nos Processos de Tomadas de Decisões” e discute o papel da ética como um mecanismo de suporte na tomada de decisão nas organizações. O décimo quarto capítulo é intitulado “Ações para Motivar Servidores Públicos: um estudo de caso em uma unidade de uma autarquia federal de ensino” e objetivou analisar a motivação dos servidores públicos federais da educação por meio de um estudo de caso. O décimo quinto capítulo, intitulado “Relações de Poder em Organização Militar: um estudo de caso”, buscou analisar as relações de poder numa Organização Militar sob a ótica do poder de recompensa, poder coercitivo, poder legítimo, poder de referência, poder de especialista e do poder de informação. O décimo sexto capítulo tem como título “Sustentabilidade e Abordagem Sistêmica: reconsiderando o *Triple Bottom Line*” e objetivou chamar a atenção para as falhas do *Triple Bottom Line* e propor uma alternativa mais bem fundamentada na relação sistêmica e hierárquica entre essas três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental).

Assim, agradecemos aos autores pelo empenho e dedicação que possibilitaram a construção dessa obra de excelência, e esperamos que este livro possa contribuir para a discussão e consolidação de temas relevantes para a área da Administração de Produção e Operações, levando pesquisadores, docentes, gestores, analistas, técnicos, consultores e estudantes à reflexão sobre os assuntos aqui abordados.

Clayton Robson Moreira da Silva  
(Organizador)

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE DE PRODUTOS ACABADOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PETROLÍFERA	
Filipe de Castro Quelhas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
ANÁLISE DO CONTROLE DE ESTOQUE: ESTUDO EM UMA ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	
Ana Sara Leite Santos Silvando Carmo de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>43</b>
LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO: UM ESTUDO SOBRE A MELHOR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE ACORDO COM O MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE	
Frederico Sameiro Ferreira Fábio Braun Silva Marcelo Silva Alves Thiene Diniz Braun Silva Celso Luiz Moreira Pieroni Luiz da Costa Laurencel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>59</b>
PERCEPÇÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS: ASSOCIAÇÃO COM O MODELO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO- MEG	
Amanda Raquel de França Filgueiras D`Amorim Alessandro Pinon Leitão Danielle Fernandes Rodrigues, Adriana Costa Cavalcante Odaelson Antônio Clementino Da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>79</b>
ANÁLISE DA TEORIA NET ZERO ENERGY BUILDING APLICADA NO BRASIL	
Natâny Margraf Fernandes Assed Naked Haddad	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>92</b>
HIGIENE E SEGURANÇA NO TRABALHO: ANÁLISE DAS PRÁTICAS DE “ARH SUSTENTÁVEL” NAS INSTITUIÇÕES BANCÁRIAS	
Amanda Raquel de França Filgueiras D`Amorim Danielle Fernandes Rodrigues Angélica Carina De Andrade Farias Lima Ana Caroline Salviano Ramos Odaelson Antonio Clementino Da Silva Adriana Costa Cavalcante Luciene Laranjeira Diniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>103</b>
ESTUDO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS DO SABÃO ECOLÓGICO	
Joelma Candeia Araújo Juliana Goltara Pessôa Mayana Ribeiro de Lima Uara Sarmenghi Cabral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>119</b>
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO À LUZ DO BALANCED SCORECARD: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE TELECOMUNICAÇÕES	
Taiane da Silva Valdevino Geane Campos de Almeida Rubens Aguiar Walker Marcos dos Santos Ruben Huamanchumo Gutierrez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>135</b>
GERENCIAMENTO DE RISCOS APLICADO À GESTÃO DE PROJETOS PÚBLICOS	
Flávio Luis Braga Junior Danielle Meireles de Oliveira Sidnea Eliane Campos Ribeiro Camila Gonçalves Alves Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2411929039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>153</b>
ESTRATÉGIA, INTERNACIONALIZAÇÃO E INOVAÇÃO COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO: PARCERIA DOS CENTROS DE PESQUISA, UNIVERSIDADES E EMPRESAS BRASILEIRAS	
Filipe de Castro Quelhas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>166</b>
O IMPACTO DA INTERNACIONALIZAÇÃO SOBRE OS SISTEMAS DE CONTROLE GERENCIAL DE EMPRESAS DO SETOR INDUSTRIAL DO RIO DE JANEIRO	
Filipe de Castro Quelhas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290311</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>181</b>
EDUCAÇÃO CORPORATIVA: CONEXÃO ENTRE APRENDIZAGEM E COMPETITIVIDADE	
Luiz Henrique Gomes Saraiva Sálvio De Macedo Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290312</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>198</b>
A ÉTICA NA GESTÃO ORGANIZACIONAL E NOS PROCESSOS DE TOMADAS DE DECISÕES	
Filipe de Castro Quelhas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290313</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>211</b>
AÇÕES PARA MOTIVAR SERVIDORES PÚBLICOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE DE UMA AUTARQUIA FEDERAL DE ENSINO	
Adriano Pereira Grandal Coelho Stella Regina Reis da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290314</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>226</b>
RELAÇÕES DE PODER EM ORGANIZAÇÃO MILITAR: UM ESTUDO DE CASO	
Romero de Albuquerque Maranhão Norberto Stori	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290315</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>234</b>
SUSTENTABILIDADE E ABORDAGEM SISTÊMICA: RECONSIDERANDO O TRIPLE BOTTOM LINE	
Marcos Henrique Godoi Jessé Morais Pacheco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24119290316</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>252</b>



## ANÁLISE DE MODELO DE GESTÃO DE ESTOQUE DE PRODUTOS ACABADOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PETROLÍFERA

**Filipe de Castro Quelhas**

Niterói – Rio de Janeiro

**RESUMO:** O presente artigo teve por objetivo estudar como as empresas administram os seus estoques de produtos acabados, atendendo de forma satisfatória seus clientes, reduzindo custos e trazendo retorno financeiro para investidores. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre gestão de estoque de produtos acabados e foi utilizado um caso real de um modelo de gestão utilizado por uma refinaria, de forma a avaliar as práticas realizadas de gestão de estoques de produtos acabados em um sistema de produção contínuo e os resultados alcançados. Como conclusão, foi possível observar que o modelo analítico utilizado pela empresa na gestão de seu estoque permite a mesma a fazer isso de forma otimizada, a ter maior controle e acompanhamento de seu estoque, gerando muitos benefícios, como melhores resultados financeiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de estoque, Modelagem analítica, Nível de Estoque, Nível de Serviço

**ABSTRACT:** The objective of this article was to study how companies manage their inventories of finished products, satisfying their customers,

reducing costs and bringing financial returns to investors. For this, a bibliographic review was performed on finished product inventory management and a real case of a management model used by a refinery was used in order to evaluate the finished inventory management practices of finished products in a production system and results achieved. As a conclusion, it was possible to observe that the analytical model used by the company in the management of its stock allows it to do so optimally, to have greater control and monitoring of its inventory, generating many benefits, such as better financial results.

**KEYWORDS:** Inventory Management, Analytical Modeling, Inventory Level, Service Level

### 1 | INTRODUÇÃO

Uma gestão efetiva de estoque é aquela que garante o nível de serviço desejado pelos clientes, com o mínimo possível de custos (Garcia, Reis, Machado e Ferreira Filho, 2006). Os clientes esperam que a entrega dos seus produtos seja realizada no prazo estabelecido, com a qualidade e a quantidade esperada. Com base na compreensão destas premissas, e para atender a esta expectativa de forma

satisfatória, uma organização precisa gerir eficientemente seus níveis de estoque de forma a atender seus clientes no menor tempo possível e ao mesmo tempo reduzir seus custos.

O estoque é um processo que deve ser bem controlado, pois, quando não administrado adequadamente, pode trazer sérios problemas, colocando em risco a saúde financeira de uma empresa (CAMARGOS, 2017).

Estoques são necessários, mas a questão importante é quanto estoque manter. (QUELHAS, p. 105, 2014). Ballou (2014) afirma que os estoques servem para melhorar o nível de serviço, incentivar economias na produção, permitir economias de escala nas compras e no transporte, agir como proteção nos aumentos de preço, proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento, e servir como segurança contra contingências.

No entanto, certos custos surgem com a existência de estoque alto: custos de manutenção, custos de redução do retorno sobre o investimento (capital “preso”), custos da qualidade de lotes grandes, etc. A princípio, esses custos podem parecer indiretos, difusos e até mesmo irrelevantes, mas a redução desses custos ao manter menos estoques pode ser crucial na luta para competir por mercados mundiais. (QUELHAS, p. 107, 2014).

## **i. Formulação do problema**

Considerando a importância da gestão de estoques dentro da indústria, surge o problema que impulsionou a realização deste estudo: como as empresas administram os seus estoques de produtos acabados, atendendo de forma satisfatória seus clientes, reduzindo custos e trazendo retorno financeiro para investidores? A resposta desta pergunta é o objetivo central do estudo de gestão de estoques. Deve-se planejar um fluxo de suprimentos adequado à demanda, na forma mais econômica, equilibrando o estoque de forma a garantir o nível de serviço.

A visão mais tradicional de estoque, que garante que ele é necessário para garantir um aumento de vendas futuras, foi abalada com o desenvolvimento da gestão da produção que, dentre as suas várias abordagens, considerava que maiores estoques poderiam significar deficiências da empresa em projetar suas vendas, negociar com fornecedores e dimensionar o tamanho de seu real mercado. (SANTOS, José O., FERREIRA, L. R. p.2, 2007)

Dentro deste contexto, o mercado petrolífero apresenta desafios próprios, pois o seu sistema de produção é contínuo e o volume envolvido é extremamente alto. Além disso, este setor lida com um mercado altamente volátil, dependente de acontecimentos sistêmicos, tais como guerras, impostos, alterações cambiais e de taxas de juros, tragédias ambientais, etc. Por isso, existe a necessidade de uma eficiente gestão de estoques que gere maior valor às empresas deste setor.

## ii. Objetivo

Este presente artigo tem como objetivo principal avaliar como é realizada a gestão de estoques de produtos acabados. Desta forma, inicialmente será realizada uma revisão de literatura abordando os principais conceitos de gestão de estoque. Na próxima seção, o cenário do setor petrolífero será avaliado, com o intuito de iniciar a reflexão sobre o tema neste mercado. Para desenvolvimento deste estudo, determinou-se a utilização dos dados da Petrobras, com a realização de um estudo de caso na empresa, para que seja possível compreender o modelo de gestão de estoque em uma refinaria. Finalmente, a última seção traz as principais conclusões do artigo.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

O problema de gestão de estoques tem referências bastante antigas, e as formulações matemáticas para estoque disseminaram-se durante o período da Segunda Guerra Mundial. A fórmula do lote econômico por exemplo, data de 1915, publicada por F.W. Harris. O principal objetivo da formulação matemática do problema é a programação da reposição sem a dependência da previsão da demanda, que pode ser considerada constante e baseada em probabilidades. (SANTORO E FREIRE, 2008)

A modelagem de um problema inicia-se pela definição dos dados de entrada, no caso do problema de estoque a principal entrada é a curva da demanda, que pode ser definida por modelos probabilísticos, considerando sua sazonalidade, bem como o tempo de reposição caracterizado pelo mercado de fornecedores, e o nível de serviço que se deseja manter. Alguns outros inputs também são necessários para a gestão do estoque: custo e capacidade de armazenagem, custo e capacidade de transporte, custo de oportunidade ou de perda de venda. Estes são essenciais para a modelagem do problema de estoque, além de alguns parâmetros que devem ser gerados, baseados nesses inputs. Os principais parâmetros utilizados na gestão de estoques são descritos abaixo:

- Ponto de Pedido: é o nível de estoque que determinada necessidade de um pedido de reposição. Quando comparar-se a soma do estoque físico com o estoque a receber com o ponto de pedido e esta for menor, é solicitada a reposição.
- Estoque Máximo: é o limite de estoque, limitado ou por restrições de capacidade ou por estratégia de estoque.
- Lote fixo: uma empresa pode determinar um lote de reposição constante por cada pedido, e a cada vez que o estoque atinge o ponto de pedido, é solicitado o lote, que pode ser determinado pela fórmula do lote econômico.

- Estoque de segurança: é a quantidade de estoque necessária para cobrir variabilidades na demanda ou atrasos de ressuprimento.

Santoro (2008) apresenta uma comparação entre quatro modelos de estoque: modelo de reposição do máximo ou modelo de reposição periódica, modelo de reposição da base, modelo do lote fixo e modelo do cálculo das necessidades. Na maior parte dos casos, os modelos de estoque baseiam-se nesses parâmetros para definir a estratégia de ressuprimento, e a comparação do desempenho desses modelos é feita principalmente com base em redução de custos.

### 3 | CENÁRIO

As fontes energéticas são cruciais para o desenvolvimento econômico e social da população mundial (Figueiredo e Filho, 2009). Mesmo com a crise da Europa, a economia mundial está crescendo e o mercado petróleo é um dos impulsionadores desse desenvolvimento. Segundo a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) este ano existirá um aumento do consumo de petróleo em 860 mil barris diários, registrando crescimento de 0,97% em relação a 2011 (Giraldi apud Agência Brasil, 2012).

Em relação ao Brasil, durante todo o ano de 2011, foram produzidos, aproximadamente, 768 milhões de barris de petróleo. Em comparação com o ano de 2010, houve aumento de 2,5% na produção de petróleo, segundo o Boletim da produção de petróleo e gás natural da ANP de dezembro de 2011. Confirmando o crescimento, a produção bateu recorde em janeiro com 2.231 (Mbb/d).

A cerca dessa produção, mais de 90% foi retirado dos campos operados pela Petrobras, segundo a ANP (2012), isso deve-se, principalmente ao grande conhecimento da empresa em águas profundas e ultraprofundas, podendo assim explorar o pré-sal (Petrobras).

Esse aumento da produção do petróleo tem impacto na produção dos seus derivados. O país possui 13 refinarias, sendo 11 da Petrobras, que tem como objetivo o processamento do petróleo. Na divulgação dos resultados da Petrobras do primeiro trimestre de 2012, aponta um crescimento da produção (+3%) e da venda (+10%) de derivados no mercado interno em comparação com o mesmo período de 2011. O gráfico 1 explicita a previsão de crescimento por derivado até 2020.

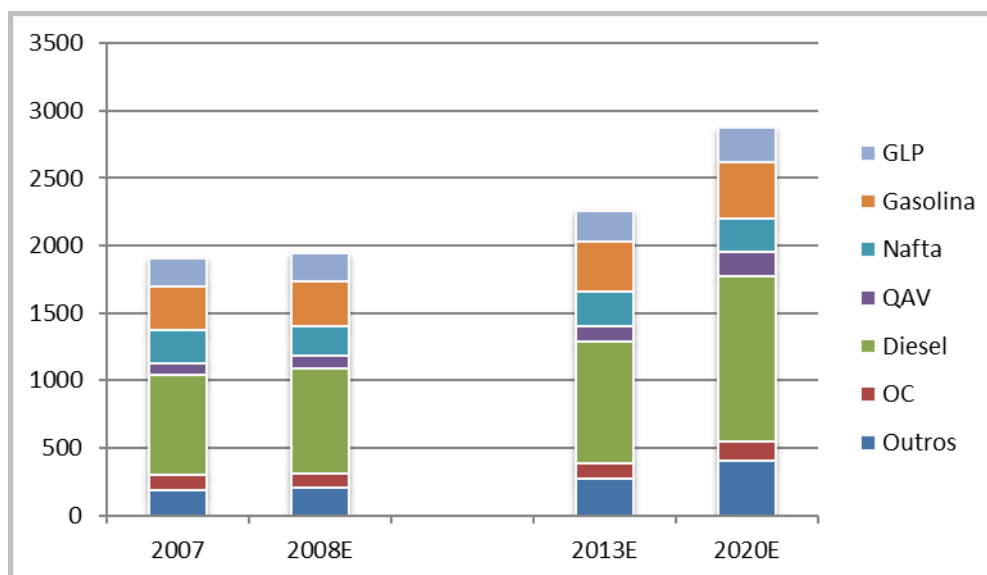


Gráfico 01: Crescimento Interno de Mercado de Derivados (Fonte: Azevedo 2009)

Dentro desse contexto de crescimento, Luz e Nunes em 2009, destacam que a redução de custos na indústria do petróleo representa valores significativos, em razão do alto preço da matéria-prima, que ainda se constitui na principal fonte de energia do planeta, responsável por cerca de 36% da matriz energética mundial. Além disso, Rodrigues, Cassel e Pellegrin destacam os custos operacionais de estocagem, que se for feita uma correta estimativa dos níveis de estoque, manterão uma segurança operacional no abastecimento das unidades produtivas. Por análise de conteúdo, o artigo focará nesse segundo custo, estoque.

#### 4 | MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa que se desenvolveu nesse estudo constitui uma pesquisa descritiva, que possui como objetivo a descrição das características de uma população, fenômeno ou de uma experiência (Gil, 2008). Nesse caso a população escolhida foram os produtos acabados nas Refinarias, pois, em geral, é o local onde se encontra maior desperdício do custo de estoque.

Primeiro passo foi a revisão da bibliografia das obras que abordam análise da demanda e gerenciamento de estoque, que são os principais assuntos desenvolvidos nesse tema. Utilizou-se como fonte bibliográfica, artigos e teses publicados em diversos periódicos como Scientific Electronic Library Online – Scielo, artigos publicados pela ABEPRO e pesquisa no Portal de Periódicos da CAPES.

Depois foi realizada a coleta de dados na empresa, a partir de entrevistas e material oferecido pela mesma, com a intenção de verificar a validade das teorias apresentadas no passo anterior.

Por fim, é realizada uma análise dos resultados da investigação empírica com o intuito de discutir as questões relevantes, para que se possa propor melhorias no

processo da empresa.



Figura 01: Síntese da Metodologia do Estudo

## 5 | ESTUDO DE CASO

### i. A Empresa

O presente estudo de caso foi realizado na Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A. Uma sociedade anônima em que o acionista majoritário é o governo federal, que tem como negócio a extração, refino, transporte e comercialização de óleo e gás natural, petroquímica, distribuição de derivados, energia elétrica, biocombustíveis e outras fontes renováveis de energia, atuando no Brasil e no exterior. Atualmente é a quinta maior empresa de energia do mundo e tem objetivo de expandir seu mercado até 2020, contando com um investimento de US\$ 224,7 bilhões para isso.

#### Análise das Operações Logísticas e Gestão de Estoques

A diretoria responsável pelo setor de refino é o Abastecimento, gerindo as doze refinarias brasileiras que, atualmente, atingem a marca de produção de aproximadamente 2,2 milhões de barris por dia, os terminais terrestres e aquaviários, as petroquímicas e os vários quilômetros de dutos, além de realizar o gerenciamento da cadeia logística, e o marketing e comercialização dos produtos.

A gerência executiva da Logística é responsável pelo planejamento e controle da cadeia logística na produção dos principais produtos da companhia, desde a saída do óleo da plataforma, ida para as refinarias e terminais, com o transporte, até a entrega ao cliente final da empresa, que são as distribuidoras.

A gerência ALE (Análise das Operações Logísticas e Gestão de Estoques) é a responsável pela gestão de estoques dos produtos acabados e está inserida na gerência geral do Planejamento Logístico. Os principais processos da gerência são:

- Gerir as Informações de Estoque, que engloba elaborar as diretrizes, a garantir a qualidade das informações e promover capacitação em gestão das informações do estoque. Além de consistir informações nas movimentações marítimas e coordenar e executar o processo de fechamento do estoque;
- Acompanhar a Cadeia Logística, que é responsável por acompanhar e ana-

lisar o desempenho da cadeia logística, através do monitoramento de indicadores, propor ações de melhoria e acompanhar o andamento das mesmas.

- Análise Estatística: desenvolve estudos estatísticos por demanda desta e de outras áreas da empresa.

## ii. Cadeia de Suprimentos da Produção de Derivados

Para analisar o modelo de gestão de estoques de produtos acabados aplicado em uma refinaria, é interessante entender como funciona o processo pelo qual o petróleo, como matéria prima, passa até transformar-se nos produtos derivados.

Para isso, o esquema a seguir ilustra o processo como um todo.

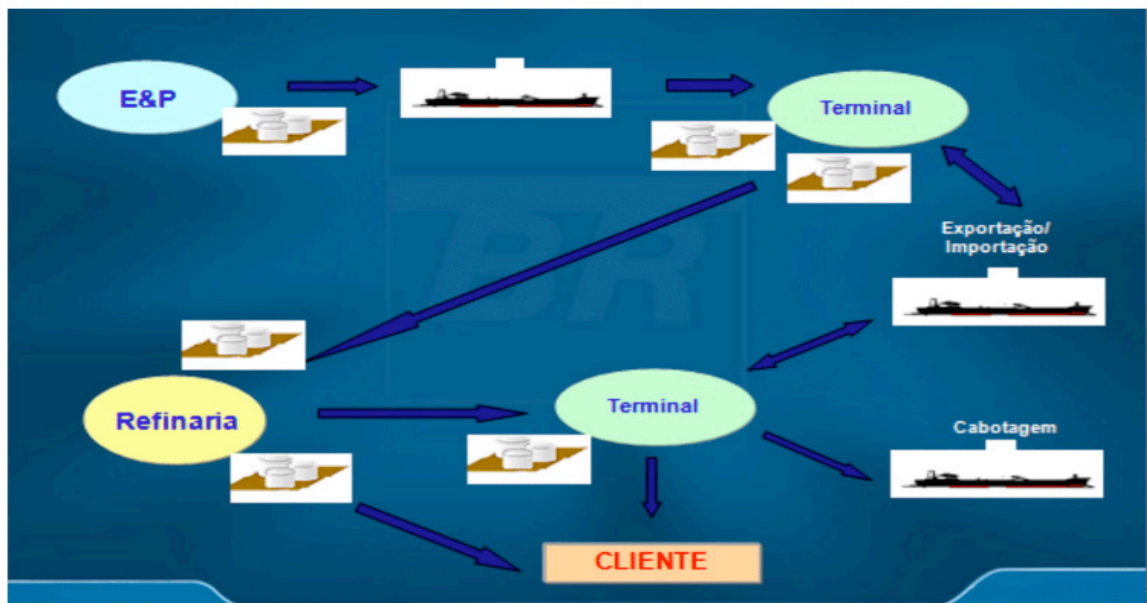


Figura 02: Cadeia de Suprimento

O processo do Abastecimento inicia-se no momento em que o óleo cru sai da plataforma e é levado por navios até os terminais. Nos terminais, o petróleo pode ser exportado, e também é recebido petróleo vindo de outros países. A partir daí, este petróleo é encaminhado para as refinarias, através de dutos, onde ocorre o processo de refino do mesmo. Com a execução do processo, que será visto um pouco mais a fundo a frente, são obtidos os produtos derivados do petróleo, como gasolina e diesel.

Os produtos derivados ficam estocados em tanques nas refinarias e depois são conduzidos por dutos para os terminais ou para o cliente final, que também pode fazer o recolhimento do produto pelo modal rodoviário. Uma vez nos terminais, os produtos podem ser conduzidos para outros polos da empresa ou para os clientes finais, as distribuidoras. O transporte acontece através de dutos, no caso dos terminais terrestres, ou por cabotagem até um porto associado ao terminal, no caso dos aquaviários. Assim como o petróleo, seus derivados também são exportados em viagens de longo curso de navios e também há importação de produtos.

### iii. Processo de Refino de Petróleo Simplificado

A fim de aprimorar o estudo da gestão de estoques, foi feito um levantamento do processo de produção da refinaria. Contudo, este será mostrado de forma simplificada, neste estudo de caso, por ser muito complexo e não fazer parte do foco do processo de gestão de estoques.

O esquema abaixo mostra o processo simplificado que ocorre nas refinarias e nos terminais

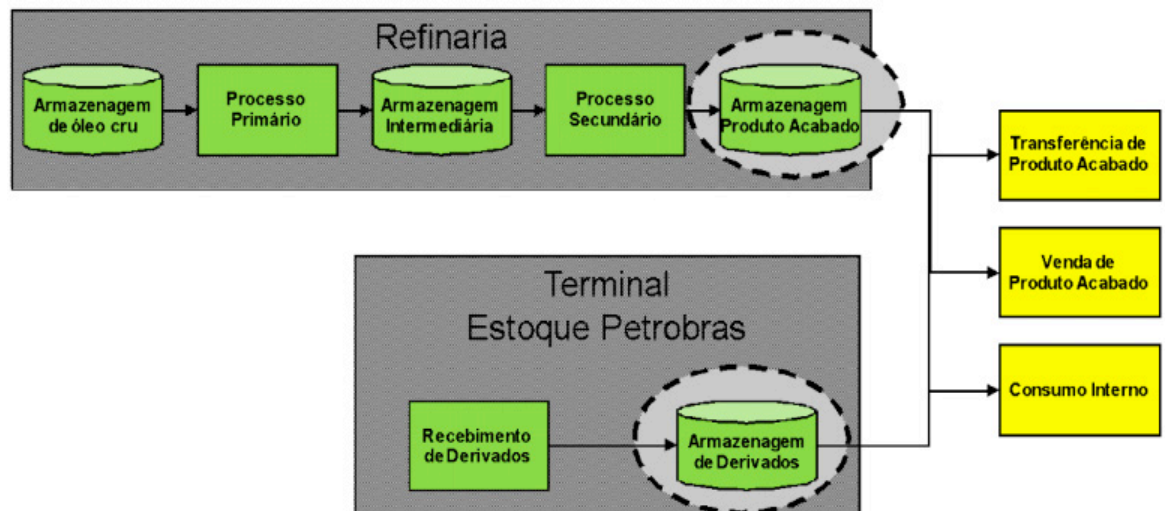


Figura 03: Processo de Refino

O óleo cru, é a matéria-prima para a produção de derivados, chega à refinaria e fica armazenado até o início do refino. Existem diversas unidades de produção que formam o complexo da refinaria, o insumo pode ser processado em cada uma destas ou não, dependendo do produto que está sendo gerado, pois alguns tipos necessitam de mais etapas de refino do que outros. No esquema, são consideradas duas passagens por unidades de produção, caracterizadas como “Processo Primário” e “Processo Secundário”, após cada etapa do refino, o produto intermediário ou acabado é armazenado em tanques antes de passar para a próxima etapa.

O produto acabado precisa passar pelo teste de qualidade para receber o certificado de que está dentro dos padrões necessários para ser comercializado, esses padrões incluem, por exemplo, o nível enxofre no diesel e a octanagem da gasolina. É retirada uma amostra do tanque e levada para o laboratório. É importante que o tempo de certificação esteja aderente ao tempo planejado, pois, se não, pode atrasar a entrega do produto ao cliente.

Após ser certificado, o produto pode ser comercializado. Sendo assim, este poderá seguir alguns caminhos: pode ser transferido para algum terminal para, ser entregue posteriormente, já que as refinarias não conseguem atender a todo o mercado consumidor diretamente. Também pode ser vendido diretamente para o cliente final, ou



## LOCALIZAÇÃO DE UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO: UM ESTUDO SOBRE A MELHOR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE ACORDO COM O MÉTODO DO CENTRO DE GRAVIDADE

**Frederico Sameiro Ferreira**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Fábio Braun Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Marcelo Silva Alves**

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial –  
SENAI

**Thiene Diniz Braun Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Celso Luiz Moreira Pieroni**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Luiz da Costa Laurencel**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**RESUMO:** Um dos fatores preponderantes para que uma empresa se destaque em seu ambiente competitivo, sem dúvida é sua localização. Não só a localização de sua instalação fabril, bem como a de seus centros de distribuição, no qual contribuem de forma contundente para o alcance de seus produtos nos mercados desejados. Este trabalho compreende um estudo de caso, realizado baseado nos dados disponibilizados pela empresa estudada, no qual tem como objetivo sugerir uma localização geográfica para a instalação de um centro de distribuição de produto químico ensacado, baseado no método do centro de gravidade. Vale ressaltar que o presente estudo não tem objetivo de esgotar o tema sobre localização que é muito vasto.

Além do método de localização adotado na realização do estudo, outros aspectos também devem ser considerados na decisão quanto à melhor localização, como outros aspectos quantitativos, e também aspectos qualitativos não abordados nesse estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Localização geográfica, centro de gravidade, centro de distribuição.

**ABSTRACT:** One of the preponderant factors for a company to stand out in your competitive environment, no doubt it is your location. Not just your manufacturing facility location, but locations of your distribution centers as well, that contributes for the reach of your products in desired markets. This work comprises a case study, based on the data provided by the company that suggest a geographical location for your distribution center, based on center of gravity method. It is worth emphasizing that the present study does not aim to exhaust the theme about location that is very vast. In addition to the localization method adopted in this study, others aspects should also be considered in the decision regarding a better location, like other quantitative aspects, and qualitative aspects that have not been considered in this study.

**KEYWORDS:** Geographic location, gravity center, distribution center.

## 1 | INTRODUÇÃO

O cenário empresarial cada vez mais globalizado e competitivo está em constante mudança. Adaptações ao mercado e mudança de estratégia competitiva, não raramente, são inevitáveis para a sobrevivência da corporação e continuidade de suas atividades. Dentre as inúmeras estratégias que uma empresa pode adotar, podemos ressaltar as de caráter logístico, cujo peso na formação de preço, na maioria dos produtos é extremamente relevante, e pode ser fator determinante para a viabilidade ou fracasso de determinada operação.

O bom gerenciamento das operações logísticas se tornou fator determinante para que toda a cadeia de suprimentos funcione com eficiência. O correto dimensionamento de frota, a localização estratégica das instalações, a otimização de processos e sinergia entre fornecedores e clientes, são fatores determinantes para que o cliente seja atendido de forma esperada, com o mínimo de custo, e com o grau de nível de serviço elevado e percebido.

A identificação de um local estratégico para a distribuição de um produto tem grande influência no seu custo, e no nível de serviço que se pretende adotar. Uma decisão equivocada na escolha da localização poderá colocar toda a estratégia de venda e distribuição do produto em risco, acarretando em perda de *marketshare*, e, por conseguinte também sua competitividade.

## 2 | OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal identificar a melhor localização geográfica para a instalação de um centro de distribuição, baseado no método do centro de gravidade, não levando em consideração aspectos qualitativos das regiões candidatas, aspectos financeiros de instalação do centro de distribuição, bem como seu dimensionamento. Para tanto foram desdobrados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a viabilidade de utilização do método do centro de gravidade na escolha da localização do CD.
- b) Apresentar os principais impactos de um centro de distribuição, bem como a importância de sua localização.
- c) Verificar a possibilidade de utilização de métodos complementares de localização.

## 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

A cadeia de suprimentos representa uma visão mais ampla da logística, e engloba todas as fases relacionadas ao atendimento do pedido de um cliente, seja de forma direta ou indireta. A expressão cadeia de suprimentos representa o deslocamento

dos materiais ao longo dos seguintes elos da cadeia: fornecedores, fabricantes, distribuidores, lojistas e clientes. (CHOPRA; MEINDL, 2003)

A importância de um bom gerenciamento da cadeia de suprimentos se torna inegável para qualquer empresa. Em muitas empresas os custos da matéria-prima, de componentes adquiridos e dos custos logísticos, representam uma grande parcela do custo de mercadorias vendidas. (DAVIS *ET AL.*, 2001)

O grande desafio dos executivos responsáveis pela cadeia de suprimentos é fazer com que a cadeia atenda o cliente de maneira rápida, eficiente e com baixo custo, buscando eliminar atividades ou processos que não agregam valor ao produto ou serviço. (MARTINS; ALT, 2006)

Inserido no processo logístico, a armazenagem é considerada atividade de apoio suportando ao desempenho das atividades primárias, contribuindo para que a companhia consiga alcançar êxito nas suas atividades, fidelizando clientes e retornando o capital investido para os acionistas. (POZO, 2004)

Ballou (2006) afirma que existem algumas razões básicas para que se utilize um espaço de armazenagem, tais como: reduzir os custos de transporte e produção; coordenar oferta e demanda; assessorar no processo de produção e colaborar no processo de comercialização.

Quando bem gerenciado, o centro de distribuição (CD) é de vital importância para a empresa, pois com ele há redução dos custos relacionados à armazenagem e distribuição, bem como o aumento do nível de serviço para os clientes. (MOURA, 2003)

Ao projetar um armazém, não podemos levar em consideração somente o fluxo dos materiais. Nos dias de hoje, onde a qualidade e a velocidade das informações fazem total diferença na eficácia dos mais diversos sistemas logísticos, a tecnologia empregada para gerir todas as informações será de fundamental importância para o desempenho do armazém. (BANZATO *ET AL.*, 2003)

Decidir sobre a localização de um centro de distribuição é uma decisão que tem relação direta com o sistema logístico. A localização de um CD deve privilegiar a configuração da rede logística, de maneira que os processos se tornem mais rápidos, menos custosos, e que ajude a ofertar um produto melhor, com valor agregado maior e com custo reduzido. (WANKE, 2003)

Na escolha de um local, os fatores relevantes que são levados em consideração pelo empresário são colocados em uma escala de relevância, e são chamados de fatores locacionais. Esses fatores são definidos como todos os fatores que possuem uma relação direta com a posição geográfica e que são capazes de interferir na lucratividade da empresa, podendo variar em função da macrolocalização ou da microlocalização. (LEME, 1982)

Uma alternativa para buscar a melhor localização geográfica é através do método centro de gravidade exato, também conhecido como método centróide, p-gravidade e método do mediano. O modelo do centro de gravidade procura avaliar o local de menor

custo para instalação de uma empresa considerando a localização das instalações e os mercados já existentes na região, o volume transportado, e o custo de transporte. O objetivo do método é encontrar um local onde os custos de transporte são próximos do valor mínimo, ou seja, o centro de gravidade é o local onde a distância total é mínima, ponderando-se o volume transportado entre o local procurado, as outras instalações e os mercados. (BALLOU, 2006)

Algumas vantagens e desvantagens são inerentes ao método como se pode observar no quadro 1 abaixo:

**VANTAGENS:**

- Permite considerar os custos de transporte na decisão da localização.
- O estudo detalhado dos valores de fretes praticados pode servir para renegociação de preços.
- A metodologia é simples de ser entendida.

**DESVANTAGENS:**

- Nem sempre é fácil levantar os custos reais de transporte a priori, principalmente os custos de transportes de matéria-prima, uma vez que o frete está, normalmente, embutido no preço da própria matéria-prima.
- O sistema de coordenadas não considera a distância real a ser percorrida entre os diversos pontos.
- O modelo não considera a eventual mudança de fornecedores ou clientes, em um momento posterior.
- O local do centro de gravidade pode coincidir com uma região inviável.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens do modelo do centro de gravidade

Fonte: Peinado; Graeml (2007, P.308)

Como destaque da aplicação deste método no segmento de cerveja, cita-se o trabalho de Koksalan; Sural; Kircal (1995), focado na localização de depósitos para uma Cervejaria na Bélgica. Os autores utilizaram um modelo discreto e um contínuo, que utilizou um algoritmo de Centro de Gravidade para determinar o número de depósitos, bem como a localização dos mesmos.

A abordagem simples e a forma de cálculo fácil é um dos benefícios do método do centro de gravidade, porém não apresenta necessariamente a melhor solução para o problema de localização. (GANDY, 1972)

A equação proposta por Ballou (2006) para a minimização do custo total de transporte (Mín TC) é dado a seguir:

$$\boxed{MinTC = \sum_i V_i R_i d_i} \text{ (eq. 1)}$$

$$\boxed{d_i = K \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}} \text{ (eq. 2)}$$

Onde:

TC = Custo total do transporte

V<sub>i</sub> = Volume do ponto i

R<sub>i</sub> = Taxa de transporte até o ponto i

$d_i$  = Distância até o ponto  $i$  da instalação a ser localizada

O “ $d_i$ ” da distância é estimado através da equação N° 2 e  $K$  representa o fator de escala para converter a unidade de um índice coordenado a uma medida mais comum de distância.

A localização da instalação é encontrada pela solução de duas equações:

$$\bar{X} = \frac{\sum V_i R_i X_i / d_i}{\sum V_i R_i / d_i} \quad (\text{eq. 3})$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum V_i R_i Y_i / d_i}{\sum V_i R_i / d_i} \quad (\text{eq. 4})$$

Onde:

$X, Y$  são coordenadas da instalação localizada.

$X_i$  e  $Y_i$  são coordenadas dos pontos de fonte e demanda.

De acordo com Ballou (2006), a metodologia para se determinar a localização ideal envolve sete etapas, elencadas abaixo:

1- Determinar as coordenadas  $X$  e  $Y$  para cada fonte de demanda, com seus respectivos volumes e tarifas de transporte.

2- Aproximar a localização inicial das fórmulas para o centro de gravidade omitindo os termos de distância  $d_i$ , como a seguir:

$$\bar{X} = \frac{\sum V_i R_i X_i}{\sum V_i R_i} \quad (\text{eq. 5})$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum V_i R_i Y_i}{\sum V_i R_i} \quad (\text{eq. 6})$$

3- Utilizando a solução da etapa anterior calcule  $d_i$  conforme equação N° 2. O fator  $K$  deve ser desconsiderado neste ponto.

4- Substitua “ $d_i$ ” nas equações N° 3 e N° 4 e calcule-as para as coordenadas revisadas  $X$  e  $Y$ .

5- Recalcule  $d_i$  a partir das coordenadas revisadas  $X, Y$ .

6- Repetir as etapas N° 4 e N° 5 até que as coordenadas  $X$  e  $Y$  não mudem por sucessivas interações, ou até que mudem minimamente.

7- Enfim, calcular o custo total da melhor localização utilizando a equação N° 1.

A metodologia do centro de gravidade possui fragilidades. Logo, para que a decisão quanto à localização seja mais assertiva, mitigando os desvios inerentes ao método é recomendado que se utilize métodos complementares, buscando uma

análise mais abrangente. (PEINADO; GRAEML, 2007)

Existem inúmeros métodos para determinar a localização de uma instalação, porém todos variam de acordo com o grau de realismo que retratam, na sua rapidez e facilidade de computação e em sua capacidade de garantir uma solução ótima. Não há modelo que consiga abordar todas nuances de um problema de localização, existem características que não se encaixam em nenhum modelo, e, portanto, os modelos apenas proporcionam diretrizes de soluções, e sua utilização eficiente exige um bom entendimento de seus pontos positivos e pontos fracos. (BALLOU, 2006).

## 4 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi motivado pela necessidade da empresa estudada identificar a melhor localização para a instalação de um centro de distribuição de um determinado produto químico ensacado.

Tendo como base o conceito de pesquisa apresentado pelos autores (Cervo; Bervian, 1996) o presente estudo se trata de uma pesquisa aplicada e qualitativa, já que o investigador trabalha com dados concretos, e com aplicação real no cotidiano da empresa estudada.

Quanto à natureza das variáveis pesquisadas, a pesquisa qualitativa possibilita uma maior versatilidade para desenvolver ou refazer hipóteses no decorrer da pesquisa, tendo em vista que nessa modalidade de pesquisa não se restringe a hipóteses rígidas. (GIL, 1995)

O estudo desenrolou-se dentro de um cenário concreto e com dados reais e precisos, inseridos em uma realidade contextualizada. Nesse sentido, quanto à natureza das variáveis pesquisadas, foi seguida a forma metodológica qualitativa. No que tange ao objetivo, fica claro que o estudo é caracterizado como um estudo descritivo, uma vez que o pesquisador descreve a realidade dos fatos. A pesquisa descritiva registra, analisa e correlacionam fatos ou fenômenos, sem realizar modificações. (CERVO; BERVIAN, 1996)

Para analisar os fatores que apoiaram na decisão quanto à localização do centro de distribuição de produto químico, empregou-se a metodologia conhecida como “estudo de caso” que é caracterizada pelo estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir conhecimento amplo e detalhado do objeto de estudo. (GIL, 1995)

### 4.1 Coleta e tratamento de dados

Os dados para a pesquisa bibliográfica foram coletados em livros, artigos científicos, teses, dissertações e notas técnicas. No que tange aos dados da pesquisa de campo, esses foram extraídos do sistema ERP, e compreende o período de 01/01/2017

a 31/12/2017. Também foi utilizado para a coleta de dados, arquivos e documentos internos da companhia estudada, caracterizando uma pesquisa documental.

O sistema ERP utilizado pela empresa permitiu a coleta dos dados necessários para a aplicação do método proposto para localização mais provável do centro de distribuição. Dados como preço médio dos fretes, volume transportado, origem e destino do produto, foram coletados e interpretados, baseados nos relatórios gerenciais que o sistema ERP permitiu extrair.

## 5 | RESULTADOS

Atualmente a empresa, objeto deste trabalho, possui três armazéns externos locados para armazenagem do produto químico que motivou o estudo. Um armazém localizado na cidade do Rio de Janeiro, e outros dois localizados no estado de São Paulo, mais especificamente na cidade de Paulínia e São Bernardo do Campo. No intuito de reduzir custos relacionados à armazenagem, esse estudo buscou propor para a empresa uma localização para a instalação do centro de distribuição, de forma a preservar ou até mesmo melhorar o atual nível de serviço ofertado aos clientes.

O método selecionado para a análise da localização foi o método do centro de gravidade, cuja aplicação por si só não é determinante, entretanto fornece à empresa, uma boa diretriz quanto à localização no qual deverá ser confirmada com aplicação de outros métodos, e estudo de outros parâmetros não considerados neste trabalho. A análise dos dados teve como ponto de partida os armazéns externos utilizados pela empresa. Os armazéns foram considerados como pontos de disponibilização do produto a ser distribuído, e para tanto foram considerados os volumes dos armazéns por estados conforme podemos observar na tabela a seguir.

Localização - UF	Toneladas transportadas
Armazéns SP	6280
Armazém RJ	19212

Tabela 1: Volume por armazém - UF

Fonte: Elaboração própria

Conforme observado os armazéns estão localizados inicialmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro e o volume de toneladas transportadas no armazém situado no Rio de Janeiro é cerca de três vezes maior que o volume dos armazéns do estado de São Paulo.

No entanto, isso não significa que a maior parte dos clientes está localizada próxima ao armazém com maior volume. Na verdade, os clientes estão distribuídos entre as diferentes regiões do país (sudeste, centro-oeste e sul) e dessa forma a

mensuração de outros indicadores é muito importante para decidir com clareza a melhor localização do centro de distribuição. Para melhor detalhar o abastecimento do produto no mercado, tem-se a seguir a representação gráfica da distribuição do produto químico no território nacional, com grande representatividade na região sudeste do Brasil.

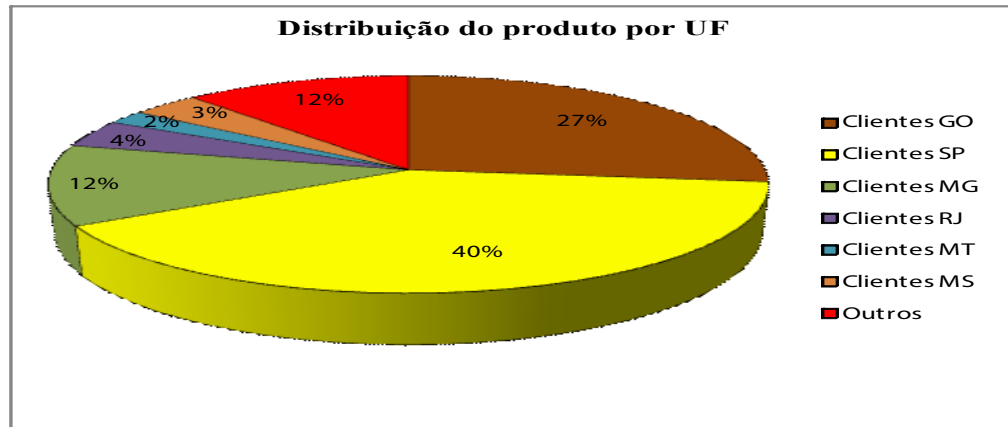


Gráfico 1: Volume do produto por UF

Fonte: Elaboração própria

Os percentuais são baseados nos volumes distribuídos e permite visualizar qual a região tem maior relevância no que tange ao volume distribuído do produto químico. Na aplicação do método proposto, o preço do frete tem grande influência no resultado final. Abaixo a tabela informativa dos valores médios dos fretes utilizados na aplicação do método.

Localização - UF	Preço (R\$) médio do frete por tonelada
Armazém SP	140,00
Armazém RJ	158,00
Cientes GO	167,50
Cientes SP	111,00
Cientes MG	151,50
Cientes RJ	75,50
Cientes MT	231,00
Cientes MS	179,00
Cientes SC	203,50
Cientes PR	185,00
Cientes RS	192,50
Cientes ES	285,00
Cientes PA	126,00

Tabela 2: Preço médio do frete

Fonte: Elaboração própria

Os valores médios dos fretes foram baseados em caminhões do tipo carretas, com capacidade aproximada de 35 toneladas, no qual foi considerada sempre a viagem com carga completa, ou seja, sempre com a carga máxima da carreta. De acordo com Ballou (2006), a metodologia para se determinar a localização, segundo o centro de gravidade, envolve sete etapas, e a primeira é determinar as coordenadas para



cada fonte de demanda com seus respectivos volumes e tarifas de transporte. Cada ponto foi colocado em um plano cartesiano, onde foi possível de maneira aproximada, determinar as respectivas coordenadas com se pode observar na figura 3 e na tabela 3.

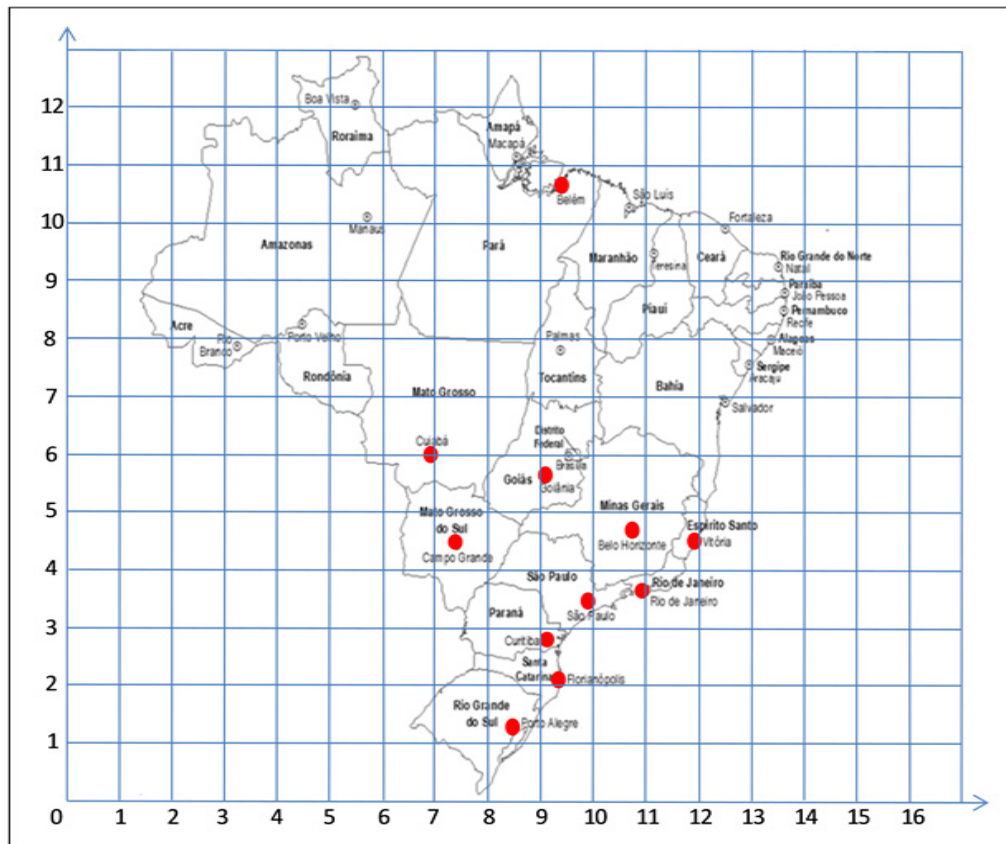


Figura 3: Plano cartesiano

Fonte: Elaboração própria

Na tabela 3 a seguir, inserimos a coluna das coordenadas baseado nos dados da figura 3, que em conjunto com outros dados já conhecidos permitirá o início dos cálculos do método do centro de gravidade.

Localização - UF	Toneladas transportadas	Preço (R\$) médio do frete por tonelada	Coordenadas no mapa
Armazéns SP	6280	140,00	(10 ; 3,5)
Armazém RJ	19212	158,00	(11 ; 3,6)
Cientes GO	6819	167,50	(9,2 ; 5,7)
Cientes SP	10205	111,00	(10 ; 3,5)
Cientes MG	3053	151,50	(10,7 ; 4,7)
Cientes RJ	1041	75,50	(11 ; 3,6)
Cientes MT	511	231,00	(7,0 ; 6,0)
Cientes MS	909	179,00	(7,4 ; 4,5)
Cientes SC	1451	203,50	(9,2 ; 2,1)
Cientes PR	875	185,00	(9,1 ; 2,8)
Cientes RS	599	192,50	(8,5 ; 1,3)
Cientes ES	14	285,00	(11,9 ; 4,7)
Cientes PA	15	126,00	(9,4 ; 10,7)

Tabela 3: Volumes, preços médios e coordenadas

Seguindo com a segunda etapa, de acordo com Ballou (2006), aplicou-se as fórmulas equação 5 e equação 6 para identificar as coordenadas da localização inicial, omitindo os termos de distância  $d_i$ , onde obteve-se os seguintes resultados:

$$X = 10,16 \text{ e } Y = 3,91$$

Para efeitos de nomenclatura, adota-se  $X = G_x$ , e  $Y = G_y$

Avançando para etapa três, utilizou-se a solução da etapa N° 2 para calcular  $d_i$  conforme equação N° 2, onde o fator K foi desconsiderado.

O resultado de  $d_i$  foi aplicado na equação N° 3 e equação N° 4, onde se calcularam as coordenadas revisadas, etapa 4 segundo Ballou (2006). A partir das coordenadas revisada,  $d_i$  foi recalculada, etapa N° 5.

As etapas N° 4 e N° 5 foram sucessivamente repetidas até as coordenadas  $G_x$  e  $G_y$  mudarem de forma mínima, abaixo de 1%.

### 5.1 Ajustes de coordenadas

Baseado nos resultados das equações 5 e 6, onde se obteve o resultado de  $G_x = 10,16$  e  $G_y = 3,91$ , diversas interações foram necessárias até a estabilidade das coordenadas como pode-se observar nas tabelas 4, 5 e 6. Interações essas, que por escolha do autor do trabalho, seria adequada se e somente se as duas coordenadas, após o respectivo ajuste, não variassem em mais de 1% em relação às coordenadas anterior, demonstrando assim uma variação mínima e não relevante para a alteração das coordenadas encontradas.

A seguir a primeira tabela de ajuste, tomando como ponto de partida as coordenadas  $G_x = 10,16$  e  $G_y = 3,91$ , denominada de localização inicial.

Xi	Yi	A	B	di
		(Xi-Gx) <sup>2</sup>	(Yi-Gy) <sup>2</sup>	(A+B) <sup>1/2</sup>
10	3,5	0,02	0,2	0,1
11	3,6	0,71	0,1	0,4
9,2	5,7	0,92	3,2	2,1
10	3,5	0,02	0,2	0,1
10,7	4,7	0,29	0,6	0,5
11	3,6	0,71	0,1	0,4
7	6	9,97	4,4	7,2
7,4	4,5	7,61	0,4	4,0
9,2	2,1	0,92	3,3	2,1
9,1	2,8	1,12	1,2	1,2
8,5	1,3	2,75	6,8	4,8
11,9	4,7	3,03	0,6	1,8
9,4	10,7	0,57	46,2	23,4

**Localização ajustada 1**

Gx 10,25

0,89% < 1%

Gy 3,59

8,18% > 1%

Tabela 4: Localização ajustada 1

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que após a primeira interação, a variação dos resultados de Gx e Gy foi de 0,89% e 8,18% respectivamente em relação às coordenadas da localização inicial. Portanto, como a variação excedeu a 1% em uma das coordenadas, outra interação será necessária para consolidar a análise realizada, de modo a corrigir as possíveis discrepâncias nas respectivas margens de erro estabelecidas.

Como na primeira interação as coordenadas não atingiram valores satisfatórios em ambas coordenadas, a seguir, a tabela 5 com a segunda interação.

Xi	Yi	A	B	di
		(Xi-Gx) <sup>2</sup>	(Yi-Gy) <sup>2</sup>	(A+B) <sup>1/2</sup>
10	3,5	0,06	0,01	0,03
11	3,6	0,57	0,00	0,3
9,2	5,7	1,09	4,43	2,8
10	3,5	0,06	0,01	0,0
10,7	4,7	0,21	1,22	0,7
11	3,6	0,57	0,00	0,3
7	6	10,53	5,78	8,2
7,4	4,5	8,10	0,82	4,5
9,2	2,1	1,09	2,23	1,7
9,1	2,8	1,31	0,63	1,0
8,5	1,3	3,05	5,27	4,2
11,9	4,7	2,74	1,22	2,0
9,4	10,7	0,71	50,48	25,6

**Localização ajustada 2**

Gx 10,15

0,98% < 1%

Gy 3,53

1,67% > 1%

Tabela 5: Localização ajustada 2

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que após a segunda interação, a variação dos resultados de Gx foi

de apenas 0,98%, entretanto a variação de Gy foi de 1,67%, superior ao limite de 1% estabelecido pelo autor do estudo, e, portanto mais uma interação se fez necessária em detrimento a uma variação igual ou inferior a 1% em ambas as coordenadas. A seguir a tabela 6 com a terceira interação, na busca das coordenadas com variações iguais ou inferiores a 1%.

		A	B	di
$X_i$	$Y_i$	$(X_i - G_x)^2$	$(Y_i - G_y)^2$	$(A+B)^{1/2}$
10	3,5	0,0225	0,0012	0,0119
11	3,6	0,7223	0,0043	0,4
9,2	5,7	0,9028	4,6890	2,8
10	3,5	0,0225	0,0012	0,0119
10,7	4,7	0,3023	1,3582	0,8
11	3,6	0,7223	0,0043	0,4
7	6	9,9234	6,0782	8,0
7,4	4,5	7,5633	0,9320	4,2
9,2	2,1	0,9028	2,0581	1,5
9,1	2,8	1,1028	0,5396	0,8
8,5	1,3	2,7230	4,9934	3,9
11,9	4,7	3,0620	1,3582	2,2
9,4	10,7	0,5627	51,3430	26,0

Localização ajustada 3  
Gx 10,05                               0,99% < 1%  
Gy 3,51                                 0,57% < 1%

Tabela 6: Localização ajustada 3

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que após 3 interações, a variação dos resultados de ambas as coordenadas ficaram abaixo de 1%, e portando as coordenadas, neste caso, se mostraram satisfatórias. A partir da terceira interação, as variações das coordenadas seriam tão mínimas que não alterariam a coordenada encontrada de forma significativa.

## 5.2 Custo total da melhor localização

A sétima e última etapa, segundo o método escolhido, é calcular o custo total da melhor localização utilizando a equação 1. A seguir a aplicação da equação 1, com o auxílio do Excel, onde a coluna di foi extraída da tabela 6, cujo resultados foram satisfatórios para a determinação das coordenadas.

MinTC

Volume (V)	Preço médio (R)	di	V x R x di
6518	140,00	0,01	10832
19212	158,00	0,4	1102687
6819	167,50	2,8	3193398
10205	111,00	0,01	13446
3053	151,50	0,8	384016
1041	75,50	0,4	28551
511	231,00	8,0	944424
909	179,00	4,2	691140
1451	203,50	1,5	437137
875	185,00	0,8	132935
599	192,50	3,9	444880
14	285,00	2,2	8818
15	126,00	26,0	48560

MinTC R\$ 7.440.825,58

Tabela 7: Custo da melhor localização

Fonte: Elaboração própria

Observa-se que o valor encontrado foi de pouco superior a 7 milhões de reais. Esse resultado seria o custo para a melhor localização encontrada, onde os custos de transporte são próximos do valor mínimo.

Vale ressaltar que o cálculo do custo da melhor localização não é o objetivo principal desse trabalho, no qual se limitou a identificar a melhor região geográfica entre os estados brasileiros para a instalação de um centro de distribuição de produto químico ensacado.

Com os resultados obtidos através da aplicação do método, podemos demonstrar graficamente através da figura 4, a melhor localização para a instalação do centro de distribuição, representada por um marcador na cor verde, no qual teve sua área ampliada para uma melhor visualização.

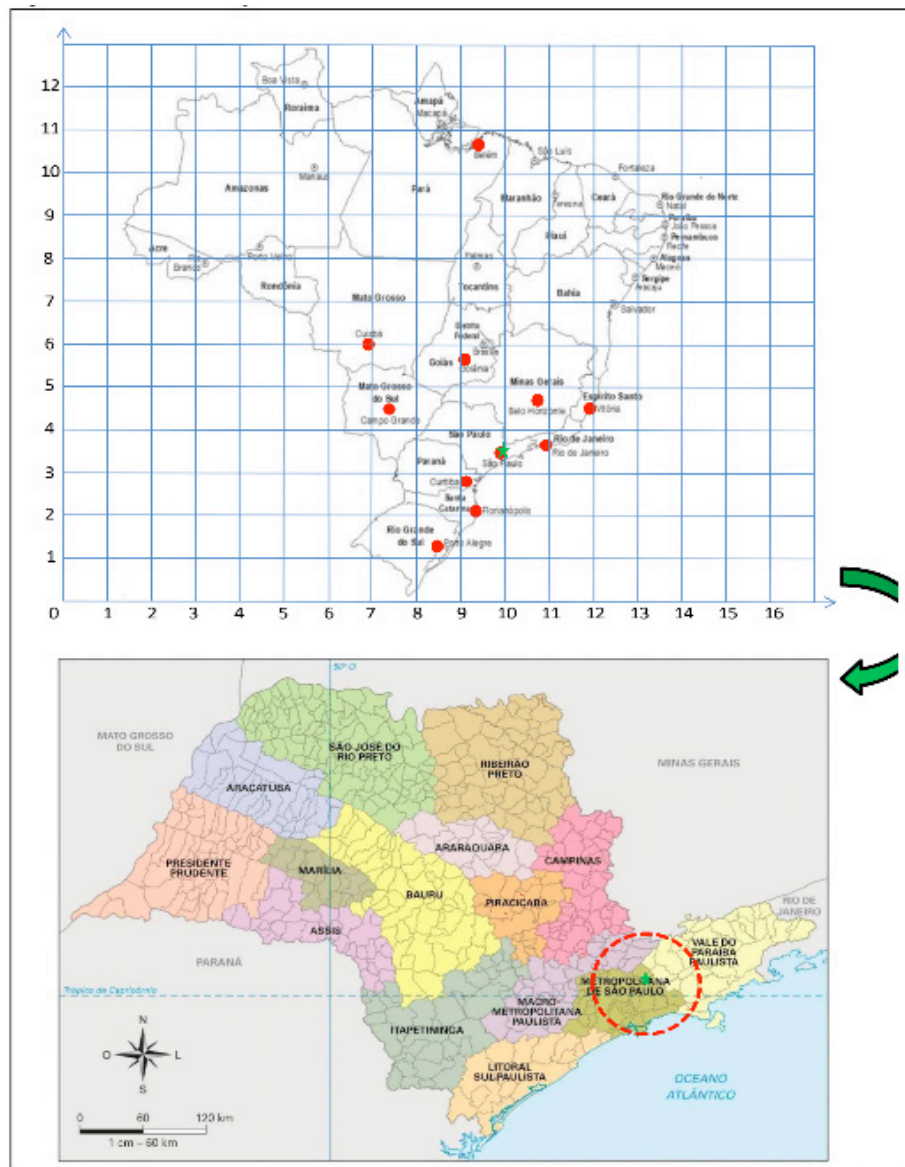


Figura 4: Melhor localização

Fonte: Elaboração própria

O resultado da aplicação do método nos possibilitou indicar o estado de São Paulo como o estado postulante a receber as instalações do centro de distribuição. Considerando as aproximações das coordenadas, o método sugere uma região ao norte da região metropolitana da cidade de São Paulo. Segundo o método essa seria a região onde a companhia teria o menor custo de transporte, levando em consideração a distância entre os pontos de consumo do produto, o volume transportado e o preço médio dos fretes.

Apesar de o método proporcionar uma projeção analítica, o mesmo não trata de aspectos sociais, ambientais, fiscais e qualitativos. Esses aspectos deverão ser estudados em outra abordagem, a fim de possibilitar uma análise mais completa, de forma que os tomadores de decisão possam fazer de forma mais segura, mitigando os riscos envolvidos que existem em uma decisão dessa magnitude.

## 6 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através da aplicação do método do centro de gravidade permitiram concluir que, a melhor localização para instalação do centro de distribuição único para o produto químico referenciado é ao norte da região metropolitana da cidade de São Paulo. Segundo o método essa seria a região onde a companhia teria o menor custo de transporte, levando em consideração a distância entre os pontos de consumo do produto, o volume transportado e preço médio dos fretes.

O método proposto possui algumas fragilidades como dificuldade no levantamento de dados, aproximação das distâncias no sistema de coordenadas e o fato de não considerar eventuais mudanças de fornecedores e clientes em um momento posterior a escolha do local. Entretanto algumas vantagens devem ser destacadas como o fato de considerar os custos de transporte na decisão da localização e a metodologia simples de ser compreendida.

A aplicação do método proposto por si só não é determinante na escolha da melhor localização geográfica, e a região identificada pelo método deve ser confirmada através de outras metodologias e pelo estudo de outros parâmetros não considerados nesse trabalho.

Sendo assim, a aplicação do método proposto proporcionou para a empresa uma boa diretriz quanto à localização geográfica de suas instalações, bem como a identificação de uma região elegível com possibilidades reais de receber a instalação proposta.

Como sugestão para estudos futuros poderia ser utilizada outra metodologia complementar que correlacionasse as variáveis qualitativas de viés social, políticas e econômicas ao método proposto nesse estudo.

## REFERÊNCIAS

BANZATO, Eduardo; JUNIOR, Edson Carillo; BANZATO, J. Mauricio, MOURA, Reinaldo A.; RAGO, Sidney F. Trama. **Atualidades na armazenagem**. São Paulo: IMAM, 2003.

BALLOU, RONALD H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª edição. Editora Bookman, 2006.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Makron, 1996.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

DAVIS, M., NICHOLAS, A. e CHASE, R. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª edição. Editora Bookman, 2001.

GANDY, W. **A Note on the Centre of Gravity in Depot Location**. Management Science, Vol. 18, No. 8, Application Series. April, 1972.

KOKSALAN, Murat; SURAL, Haldun; KIRCA, Ömer. **A location-distribution application for a beer company**. European Journal of Operational Research. v. 80, n. 1, p. 16-24, January, 1995.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1995.

LEME, Francílio Paes. **Engenharia de Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 1982.

MARTINS, P.G.; ALT, P.R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2006.

MOURA, R. A.; CARILLO JR., E.; REZENDE, A.; GASNIER, D.; BANZATO, F. **Atualidades da Logística**. São Paulo: IMAM, 2003.

PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

POZO, Hamilton. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: Uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2004.

WANKE, P.; FIGUEIREDO, K.F.; FLEURY, P.F. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos**. São Paulo: Atlas, 2003.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Clayton Robson Moreira da Silva** - Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), atuando no eixo de Gestão e Negócios. Doutorando em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Administração e Controladoria pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui MBA em Gestão em Finanças, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário INTA (UNINTA). Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Atua como revisor de artigos científicos em periódicos e eventos nacionais e internacionais. Desenvolve pesquisas nas áreas de Administração Pública; Controladoria; Gestão Ambiental e Sustentabilidade; Gestão Organizacional; e Pesquisa e Ensino em Administração e Contabilidade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-224-1

