



NETLOG 2021

International Conference on Network
Enterprises & Logistics Management

Lablog: Aplicação do Método do Centro de Gravidade para Decisão da Localização de um Centro de Distribuição

Paganelli, M. E. V.* , Georges, M. R. R., Da Silva, G. S.

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

marcos.evpl@puccampinas.edu.br*, marcos.georges@puc.campinas.edu.br

Abstract

Companies in all sectors need to efficiently manage their operations to efficiently fulfill all customer orders. The work aims to apply existing methodologies to optimize the location, costs, capacities and layout of a company's distribution center. The methodology was applied in a practical way in LabLog, the serious game that brings different situations of modes, routes, transport, and capacities. The center of gravity method was applied to determine the optimal location of the distribution center, based on its distance to its main customers. Through the Economic Lot (LEC), the order points, the number of orders, the total cost and the security stock of the distribution center were determined. Finally, the layout of the distribution center was designed, considering the number of shelves needed to fulfill the order. The work was able to realize the importance of managing operations in a company and the effectiveness of applying simple methods and using active methodologies such as LabLog in the practical visualization of logistical situations, encouraging development and learning on the topic.

Keywords. *Operations Management, LabLog, Economic Lot, Distribution Center.*

Resúmen

Las empresas de todos los sectores necesitan administrar de manera eficiente sus operaciones para cumplir de manera eficiente todos los pedidos de los clientes. El trabajo tiene como objetivo aplicar las metodologías existentes para optimizar la ubicación, los costos, las capacidades y el diseño del centro de distribución de una empresa. La metodología se aplicó de forma práctica en LabLog, el juego serio que trae diferentes situaciones de modos, rutas, transporte y capacidades. Se aplicó el método del centro de gravedad para determinar la ubicación óptima del centro de distribución, en función de su distancia a sus principales clientes. A través del Lote Económico (LEC) se determinaron los puntos de pedido, el número de pedidos, el costo total y el stock de seguridad del centro de distribución. Finalmente, se diseñó la distribución del centro de distribución, considerando la cantidad de estantes necesarios para cumplir con el pedido. El trabajo permitió dar cuenta de la importancia que tiene la gestión de operaciones en una empresa y la efectividad de aplicar métodos simples y utilizar metodologías activas como LabLog en la visualización práctica de situaciones logísticas, fomentando el desarrollo y aprendizaje sobre el tema.

Palabras clave. *Gestión de Operaciones, LabLog, Lote Económico, Centro de Distribución..*

Resumo

As empresas de todos os setores precisam gerir de forma eficiente suas operações para atender, de forma eficiente, todos os pedidos de clientes. O trabalho tem como objetivo aplicar metodologias existentes para definir de maneira otimizada a localização, custos, capacidades e layout de um centro de distribuição de uma empresa. A metodologia foi aplicada de forma prática no LabLog, o jogo sério que traz diversas situações de modais, rotas, transporte e capacidades. O método do centro de gravidade foi aplicado para determinar a localização ótima do centro de distribuição, baseado na distância dele para seus principais clientes. Através do Lote Econômico (LEC), determinou-se os pontos de pedido, o número de pedidos, o custo total e o estoque de segurança do centro de distribuição. Por fim, o layout do centro de distribuição foi desenhado, considerando o número de estantes necessárias para atender o pedido. O trabalho conseguiu perceber a importância da

gestão das operações em uma empresa e a efetividade da aplicação de métodos simples e do uso de metodologias ativas como o LabLog na visualização prática de situações logísticas, incitando o desenvolvimento e aprendizado sobre o tema.

Palavras-chave. *Gestão das Operações, LabLog, Lote Econômico, Centro de Distribuição.*

1 Introdução

As empresas, sejam manufatureiras ou de serviços, precisam, cada vez mais, gerir de forma eficiente suas operações e seus recursos para, de forma eficiente, atender todos os pedidos e clientes. Pensando nisso, é um desafio para as organizações o gerenciamento dessas operações, e surge como necessidade a aplicação de metodologias para definir de maneira otimizada as localizações, custos, capacidades, layout de armazenamentos etc. (BALLOU, 2006).

Com isso, o objetivo do trabalho é definir a localização ótima do centro de distribuição da empresa, levando em conta o posicionamento dos seus clientes, a definição do layout do seu centro de distribuição, o cálculo do lote econômico de produção e ponto de pedido.

2 Revisão Bibliográfica

A fundamentação teórica do trabalho foi dividida em seis partes: as duas primeiras introduzem de forma mais geral o tema de logística e gestão de suprimentos, as próximas duas contemplam dois métodos que foram utilizados na metodologia do trabalho, a próxima trata do LabLog, jogo que foi utilizado para a aplicação dos conceitos e, por fim, um tópico sobre estocagem.

2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos

O gerenciamento de logística, de acordo com o Council of Supply Chain Management Professionals é uma função de integração, que coordena e otimiza todas as atividades de logística, além de integrar as atividades às outras funções como o marketing, finanças, TI e vendas. Ele contém o gerenciamento de transportes, de frota, o armazenamento, manuseio de materiais, design de rede, gerenciamento de inventário, atendimento de pedidos, planejamento de suprimento e demanda e o gerenciamento de provedores de serviços de logísticas de terceiros. A logística inclui, ainda, o fornecimento e compras, planejamento e programação da produção, embalagem, montagem e atendimento ao cliente (CSCMP, 2020).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos abrange o planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas no suprimento, fornecimento, conversão e todas as atividades de gerenciamento de logística. Ele integra o gerenciamento da oferta e demanda dentro e entre as empresas pertencentes à cadeia e inclui a coordenação e colaboração com parceiros, que podem ser fornecedores, intermediários, clientes e provedores de serviços terceirizados (GRAEML; PEINADO, 2007).

A logística possui três grandes atividades chave: transportes, estoques e localização de instalações. O planejamento, controle e execução dessas atividades envolvem decisões complexas, sobre as quais são aplicadas diversas e extensas metodologias científicas pelos administradores de empresas. Entre as principais decisões pode-se citar a seleção de modal, programação e roteirização de veículos, tamanho do estoque de segurança e lote de compra, sistemáticas de controle de estoques, dimensionamento de equipamentos de movimentação, área e prateleira dos estoques, dimensionamento da frota, entre muitos outros (GONÇALVES, 2004).

2.2 Gestão de Operações

A Gestão de Operações é a organização e planejamento da manufatura de bens e da entrega de serviços, tendo como principal objetivo a transferência eficaz de recursos dos produtos ou serviços

(JONES; ROBINSON, 2020). O termo tem origem na gestão da produção, que se centrava quase que exclusivamente à produção de recursos até meados do século XX, já que as organizações eram, em grande parte, manufatureiras. Entretanto, organizações prestadoras de serviços também devem gerenciar as operações que, ao passar do tempo, se tornam altamente complexas e sofisticadas, sendo tão economicamente significativas quanto a manufatura de bens (LISBOA; GOMES, 2018).

Portanto, a gestão das operações é parte fundamental de toda organização e seu conteúdo é amplamente discutido em diversas disciplinas nos cursos de graduação de administração, engenharia de produção, além de cursos técnicos e profissionalizantes. Dentro da gestão das operações são discutidos tópicos como gestão da produção, gestão da qualidade, gestão de projetos, gestão da manutenção, gestão da tecnologia e da informação, estatística, computação e pesquisa operacional (GITMAN, 2002).

2.3 Fundamentos de Estocagem

O sistema de estocagem tem duas principais funções: guarda dos produtos e o manuseio de materiais. Essas funções são essenciais para que o fluxo dos produtos ao longo dos processos aconteça de forma ótima. O sistema de estocagem é um sistema de distribuição em nível micro, e a identificação das atividades do sistema promove um melhor entendimento e propicia a base para gerar alternativas nos projetos (BALLOU, 2006).

O manuseio de materiais é dividido em: carga e descarga, movimentação de estocagem e atendimento dos pedidos (BALLOU, 2006). Portanto, o layout do armazém deve ser pensado para otimizar essas funções, minimizando movimentações e tempo utilizado, assim como mão de obra, ferramentas e transporte.

Um armazém bem planejado traz benefícios como: maior controle de estoque, minimiza o desperdício de recursos (tempo, materiais, ferramentas, movimentações, mão de obra), melhor utilização do espaço disponível e maior satisfação do cliente.

2.4 Método do Centro de Gravidade

O método do Centro de Gravidade é uma técnica analítica que busca a melhor localização geográfica de uma instalação através do centro de gravidade, podendo ser o centro de peso, distância ou tempo. Ele é utilizado em problemas de localização, quando tem-se uma determinada região de atuação e é necessário selecionar a alternativa que gerará menor custo, supondo que toda localização possível tem um valor embutido nela, que se trata da soma dos custos de transporte para este local (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Para aplicar o método, é necessário determinar coordenadas x e y para cada localização envolvida no caso, seja um local que receberá o produto ou que fornecerá matéria-prima. Um ponto que está localizado entre as fontes de matéria-prima e o mercado obterá um custo minimizado de transporte, já que atenderá ambos locais de forma otimizada (BALLOU, 2006). A partir disso, é necessário encontrar o baricentro local através das equações:

$$\bar{x} = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i} \quad (1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i} \quad (2)$$

Onde V é o volume de produtos na localização, R é a tarifa de transporte e x e y são as coordenadas do baricentro. Tendo os valores de x e y do baricentro, encontram-se as distâncias de cada localização para o centro de gravidade, através da fórmula:

$$d_i = k\sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2} \text{ (Eq. 3)}$$

Onde k representa um fator de escala para converter uma coordenada em unidade de distância e os x_i e y_i são as coordenadas de cada localização. Encontrados esses valores, a localização ótima será aquela mais próxima do baricentro.

3 Metodologia

O trabalho busca abordar algumas dessas metodologias através da aplicação de um caso de ensino no *serious game* LabLog, criado pelo Grupo Engenho e que se utiliza de um mapa e peças para representar problemas de gestão de operações e logística. Para tanto, foi criada a empresa fictícia MGM, transportadora de produtos sólidos com o foco em embalagens de aramado. As características de transporte e produto da empresa serão aplicadas no cenário do LabLog, a fim de criar uma situação problema e explorar as metodologias científicas do campo de logística e gestão das operações.

3.1 Método do Centro de Gravidade

Foi utilizado o método do centro de gravidade para encontrar a localização ótima para posicionar o centro de distribuição dentro do mapa do LabLog. As cidades fazem parte do jogo LabLog e foram escolhidas de forma a ter uma distância razoável entre elas que abranja ao máximo o mapa e que possuíssem todos modais disponíveis contemplados. O nome das cidades escolhidas foi Alexandrita, Zircônia, Turmalina, Esmeralda, Ametista e Turquesa. As coordenadas das cidades, o valor da demanda anual e a tarifa foram coletadas do LabLog.

As coordenadas x e y de cada cidade foram plotadas em um gráfico de dispersão, para que fosse aplicado o método do centro de gravidade e encontrado o ponto do centro de gravidade, como mostra a figura a seguir:

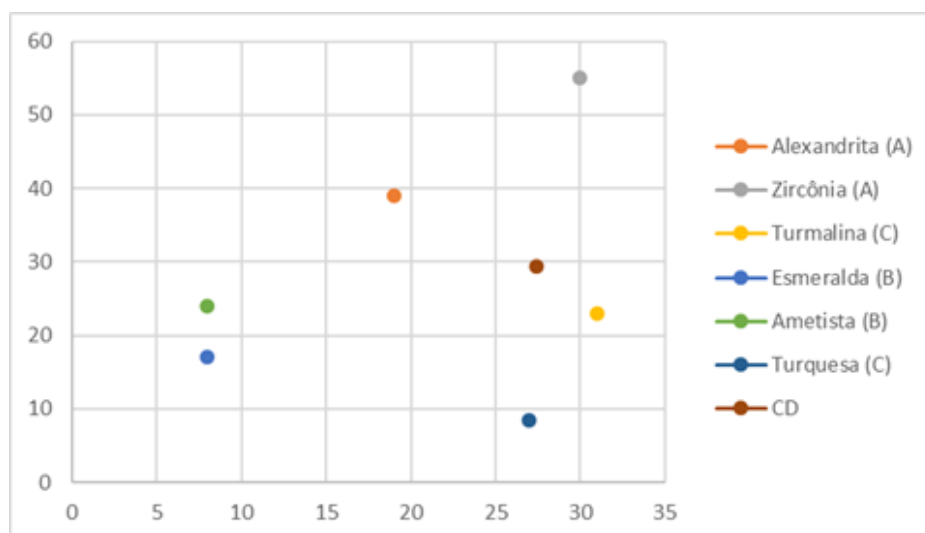


Figura 1. Gráfico de dispersão com as coordenadas das cidades e do Centro de Distribuição

A partir do gráfico é possível definir as coordenadas do centro de distribuição. Em seguida, obteve-se a distância de cada cidade para o Centro de Distribuição, aplicando os valores das distâncias na Equação 3:

$$d_{A,B} = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (y_b - y_a)^2} \quad (4)$$

Em que x_a e y_a são as coordenadas x e y do centro de distribuição e x_b e y_b são as coordenadas de cada cidade. Para encontrar o custo, multiplica-se a demanda anual, a tarifa e a distância das cidades.

O lote econômico é calculado através equação 1, em que o D é a soma da demanda anual de todas as cidades, S é o custo de pedido, h é o custo de armazenamento e C é o custo de produto.

Posteriormente, o layout do armazém foi definido respeitando os espaçamentos para manobra de caminhões, passagem de empilhadeiras, espaços para embalagem e separação e as docas de expedição e recebimento. O número de prateleiras e o tamanho do armazém também foi dimensionado.

4 Resultados e Discussão

4.1 Localização do Centro de Distribuição

A partir do método do centro de gravidade é possível definir que as coordenadas do Centro de Distribuição serão $X = 27,42$ e $Y = 29,44$. Essas coordenadas encontradas mostram que a melhor localização para o Centro de Distribuição é na cidade Amazônica, já que é a cidade do LabLog que está mais próxima dessas coordenadas no mapa.

4.1.1 Custo Total

As distâncias para cada cidade podem ser conferidas na tabela 1:

Tabela 1. Valores das distâncias de cada cidade para o centro de distribuição.

Cidades	Distância
Alexandrita (A)	12,74
Zircônia (A)	25,69
Turmalina (C)	7,37
Alexandrita (A)	23,06
Ametista (B)	20,32
Turquesa (C)	20,95

O custo encontrado para cada cidade está disposto na tabela 2:

Tabela 2. Cálculo do custo para cada cidade.

Cidades	Demanda Anual	Tarifa	Distância	Custo
Alexandrita (A)	546	1	12,74	R\$ 6.953,88
Zircônia (A)	546	1	25,69	R\$ 14.025,69
Turmalina (C)	182	1	7,37	R\$ 1.341,57
Esmeralda (B)	364	1	23,06	R\$ 8.394,45
Ametista (B)	364	1	20,32	R\$ 7.398,20
Turquesa (C)	182	1	20,95	R\$ 3.812,21

O custo de cada cidade é calculado multiplicando a demanda anual*tarifa*distância. A somatória dos custos da cidade é o custo total: R\$ 41.926,00.

Com o custo total é possível encontrar, com o auxílio do Solver do Excel, a distância ótima com os menores custos possíveis.

Table 3. Cálculo das coordenadas do CD.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Cidades	Demanda Anual	Tarifa	x	y	Distância	Custo
2	Alexandrita (A)	546	1	19	39	12,736	R\$ 6.953,88
3	Zircônia (A)	546	1	30	55	25,6881	R\$ 14.025,69
4	Turmalina (C)	182	1	31	23	7,37125	R\$ 1.341,57
5	Esmeralda (B)	364	1	8	17	23,0617	R\$ 8.394,45
6	Ametista (B)	364	1	47	24	20,3247	R\$ 7.398,20
7	Turquesa (C)	182	1	27	8,5	20,9462	R\$ 3.812,21
8		2184					TOTAL
9	CD			27,42	29,44		R\$ 41.926,00

A célula de objetivo do solver é o custo total, em amarelo. E as células variáveis são o X e Y, coordenadas do CD no mapa.

4.1.2 Lote Econômico (LEC)

Os dados utilizados para o cálculo do LEC são:

Demanda anual total = 2184 um

Custo de pedido = R\$ 500,00

Custo de armazenagem = R\$ 200

Estes foram inseridos na equação, como mostra abaixo:

$$\text{Lote Econômico de Compra} = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda} \times \text{Custo do Pedido}}{\text{Custo de armazenagem}}}$$

Utilizando a fórmula do LEC, foi encontrado que o tamanho do lote para a MGM é de 105 um/pedido.

4.1.4 Estoque de Segurança

Para o cálculo do estoque de segurança a seguinte equação foi utilizada:

$$ES = Z \sqrt{\text{Desvio Padrão da Demanda}^2 + \text{Desvio Padrão Lead Time} \times \text{Demanda}^2}$$

Z sendo um valor tabelado que indica a quantidade de desvios padrão, no caso da situação Z=1,28.

Obtendo o resultado de 55 unidades.

4.2 Layout do Armazém

O Layout tem objetivo de ampliar a qualidade e eficiência no processo produtivo. É sobre a distribuição de elementos em um espaço, nesse caso, do armazém. Dentro da logística, um layout bem elaborado é essencial para que os processos fluam da melhor forma possível e com os menores custos. Um bom layout de armazém facilita para os colaboradores encontrarem os produtos e matérias-primas de forma mais rápida e com menor esforço.

Portanto, foi considerado no layout a área administrativa, as dez prateleiras, as docas de expedição e recebimento, a área de separação e de embalagem, área para manobragem de caminhões e para movimentação das empilhadeiras. O layout pode ser conferido na figura abaixo:

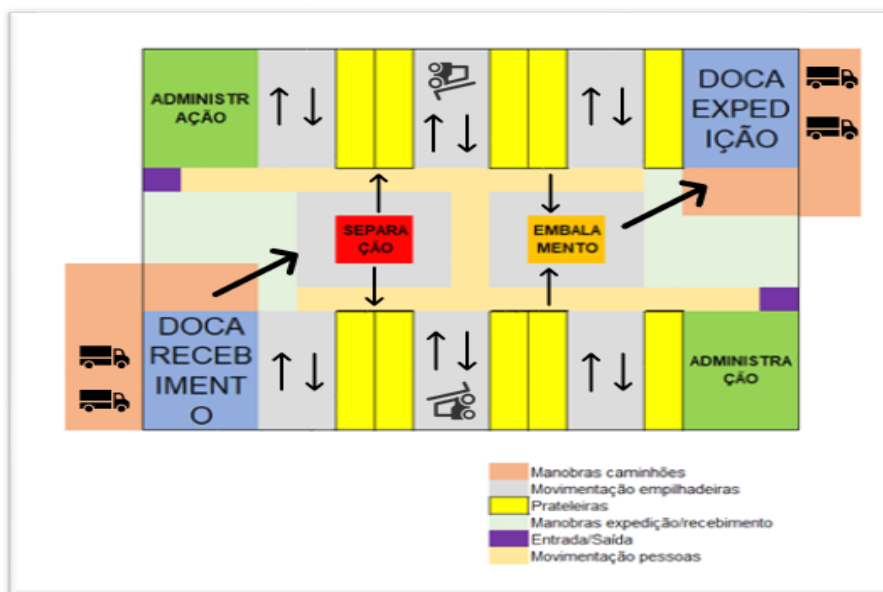


Figura 3. Layout do Armazém.

Estima-se que o armazém precisa de 10 prateleiras, cada uma com capacidade 5 unidades por plano tendo no máximo 4 planos totalizando uma capacidade total de 200 unidades (considerando uma variação do pico de estoque de 159 unidades). Com essas informações em mente, tem-se que a área do centro de distribuição é de 315m².

5 Conclusão

Foi possível observar através do trabalho a efetividade de metodologias simples de localização que podem auxiliar tanto empresas grandes, quanto pequenas, dependendo do escopo definido. Ademais, foi possível conhecer diferentes tipos de modais, com foco no transporte rodoviário, abordando suas capacidades de tamanho e peso, custos de compra e depreciação e bem como custos da sua operação logística.

A gestão das operações logísticas tem papel crucial para um negócio entregar o seu bem ou serviço de forma eficaz e no momento exato, para que não haja consequências na entrega e condição dos produtos. A utilização de metodologias ativas, como o jogo sério LabLog, contribui para a visualização de situações logísticas, trazendo situações pré-determinadas que incitam o desenvolvimento e a busca pelo tema através de metodologias.

Referências

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

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J. Logística Empresarial. São Paulo: Atlas, 2001.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONAL (CSCMP). CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. Disponível em https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx. Acesso em 18/10/2020.

GONÇALVES, P. S. Administração de materiais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

GITMAN, L. J. Princípios de Administração de Financeira. 7ª Edição. São Paulo: Editora Harbra, 2002.

GRAEML, A. R; PEINADO, J. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: UnicenP, 2007

JONES, P.; ROBINSON, P. Operations Management. 2ed., Oxford University Press, Oxford – UK, 2020.

LISBOA, J. V.; GOMES, C. F. Gestão de Operações, 3ed., Vida Econômica Editorial, Porto, 2018.