

**A ECONOMICIDADE DOS CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO: O CASO DO VAREJO**  
*THE ECONOMY OF DISTRIBUTION CENTER: THE CASE OF RETAIL***Elizabeth Freitas Rodrigues<sup>a</sup>; Nelio Domingues Pizzolato<sup>b</sup>; Guilherme de Andrade Botelho<sup>b</sup>; Rafael Oliveira de Souza<sup>b</sup>**<sup>a</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil – Departamento Acadêmico de Administração<sup>b</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) – Rio de Janeiro, RJ, Brasil – Departamento de Engenharia Industrial**Resumo**

Este trabalho objetiva discutir e especialmente quantificar a economicidade dos centros de distribuição. A metodologia deste estudo é composta por parcelas qualitativas e quantitativas aplicadas ao caso da empresa de varejo aqui denominada de “Empresa X”. As vantagens competitivas decorrentes da adoção de um centro de distribuição materializam-se na redução dos custos com estoques nas lojas, na redução do custo de transporte, na centralização dos controles, no aumento de espaço nobre disponível nas lojas e na diminuição do manpower utilizado para recepção de mercadorias nas lojas. Os ganhos advindos dessas vantagens superam os custos necessários à operação de um centro de distribuição de maneira significativa. Neste contexto de enorme economicidade, os centros de distribuição tornam-se um grande fator de diferenciação competitiva e cada vez mais vão se tornando comuns entre as grandes redes de varejo.

**Palavras-chave:** Logística; Centros de distribuição; Economicidade.**Abstract**

*This work aims to discuss and especially quantify the economy of distribution centers. The methodology of this study consists of qualitative and quantitative plots, applied to the case of the retail company “Empresa X”. The competitive advantages resulting from the use of distributions centers materialize in reducing inventory costs in stores, reducing the cost of transportation, the centralization of controls, the increase of prime space available in the stores and reducing the manpower used to receive and keep the goods in stores. The gains from these advantages outweigh the costs necessary for the operation of a distribution center significantly. In this context of enormous economy, distribution centers become a major competitive differentiator and increasingly are becoming more common among large retail chains.*

**Keywords:** Logistics; Distribution Centers; Economy.**1. INTRODUÇÃO**

Toda organização que gere um produto ou serviço possui uma cadeia de suprimentos, da qual participam fornecedores, fabricantes, transportadoras, depósitos, varejistas e atacadistas, abrangendo atividades diretas ou indiretas necessárias ao atendimento das necessidades do cliente (Chopra *et Meindl*, 2003).

Nesse contexto, o problema de localização é tradicionalmente uma questão econômica de minimização de

custos relacionados ao transporte de produtos a diversos pontos. O despertar dessa ciência é normalmente atribuído a Weber (1909) que pesquisou sobre a localização de uma única indústria entre as diversas fontes de matéria prima e seus consumidores. De acordo com Eiselt *et Laporte* (1995), a visão weberiana dominou a literatura até a contribuição de Hakimi (1964), que fez a distinção entre minimização da soma de custos (*minisum objective*) e minimização da distância máxima (*minimax objective*). Desde então, um fluxo grande de literatura emergiu, assim como muitas pesquisas vindas de diversos autores, como mostrado nas resenhas de diversos autores, como: Brandeau *et Chiu* (1989), Drezner *et Hamacher* (2001), Current *et al* (2004),



Revelle *et al.* (2005), Reese (2006), Farahani *et al.* (2009), Melo *et al.* (2009).

Uma questão básica do gerenciamento logístico é como estruturar sistemas de distribuição capazes de atender, de forma econômica e eficaz, os mercados geograficamente distantes das fontes de produção, oferecendo níveis de serviço cada vez mais altos em termos de disponibilidade de estoque e tempo de atendimento. Neste contexto, a atenção se volta para as instalações de armazenagens e como elas podem contribuir para atender de forma eficiente às metas estabelecidas de nível de serviço. A funcionalidade destas instalações dependerá da estrutura de distribuição adotada pela empresa (Ballou, 2001). Em função disso, a evolução do uso de depósitos para a adoção de Centros de Distribuição (CD) ocorreu muito rapidamente. A economia relacionada à redução de custos de transporte, armazenagem assim como diversos outros custos administrativos, com a implantação de um centro de distribuição, tornou-se um grande atrativo para diversas organizações contemporâneas.

A ideia básica de um centro de distribuição é de regionalizar os estoques que existem nos diversos pontos de venda, os quais ocupam espaços que poderiam ser utilizados para aumentar a área nobre da loja, isto é, área utilizada para a exposição de produtos. Essa transferência promove um significativo ganho operacional, com forte impacto na redução dos custos e em ganhos de eficiência. Por outro lado, os centros de distribuição exigem uma importante reestruturação e intenso envolvimento de parceiros logísticos responsáveis pelo acompanhamento do sistema.

Assim sendo, alguns fatores devem ser levados em consideração ao se analisar a economicidade na implantação de um Centro de Distribuição, pois o mesmo traz impactos significativos nos diversos custos gerenciais da organização, notadamente:

- Redução dos custos com estoques nas lojas, liberando espaços nobres nos pontos de venda a fim de aumentar a exposição de produtos para o cliente;
- Redução no custo do transporte, pois menos viagens são utilizadas para a entrega e coleta de mercadorias nos pontos de venda;
- Centralização dos controles e diminuição do *manpower*, visto que há concentração de atividades em um único lugar e não regionalizado por lojas;
- Redução da falta de produtos nos pontos de venda; e
- Custos associados à operação de um CD.

O presente trabalho é composto, além dessa introdução, da Seção 2, que descreve o contexto organizacional da

empresa de varejo objeto de estudo; a Seção 3, que fornece uma breve revisão da bibliografia e ainda descreve os itens que geram reduções de custos; a Seção 4, examina os custos associados à operacionalização de um CD, enquanto que a Seção 5 elabora as conclusões da pesquisa.

## 2. A EMPRESA X

O impacto econômico do varejo tem sido cada vez maior, principalmente devido à sua concentração através de processos de fusão e aquisição que alteram o equilíbrio de poder fornecedor-varejista em favor deste último. Este é certamente o caso do setor varejista brasileiro, que apresenta um cenário altamente competitivo, em que grandes grupos nacionais e estrangeiros estão adquirindo cadeias menores a fim de obter economias de escala e aumentar o seu *market share*. Em 2008, esse segmento econômico foi responsável por quase 12% do PIB do país, empregando mais de 8 milhões de pessoas. Três grandes cadeias varejistas pertencem ao Top 20 de negócios das empresas brasileiras. (IBGE 2008).

A Empresa X é uma varejista de bens de consumo baseada em importante capital do nordeste. A empresa vende uma grande variedade de bens e produtos sazonais relacionados à casa e decoração, brinquedos, artigos de papelaria e outras categorias destinados às mulheres das classes de renda B / C / D.

Fica situada em uma pequena cidade do nordeste do país. A empresa manteve-se como uma operação de varejo local até recentemente. Nos últimos cinco anos, começou uma expansão regional para posicionar-se na liderança em seu mercado doméstico. Em seu estado natal, a empresa é “*top of mind*” e tão reconhecida quanto cadeias nacionais.

Atualmente, a empresa possui 40 lojas com um tamanho médio de 1.200 m<sup>2</sup>. Estas lojas estão distribuídas pelo Nordeste e são atendidas por um centro de distribuição de 12.000 m<sup>2</sup> localizado no interior da Bahia.

## 3. A ECONOMICIDADE DOS CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

Um permanente desafio logístico é a distribuição física de produtos em diversos pontos espalhados pelos grandes centros urbanos. A escolha do posicionamento e da função das instalações do centro de distribuição é uma decisão estratégica, é parte de um conjunto integrado de decisões que envolvem políticas de serviço ao cliente, políticas de estoque, de transporte e de produção. Todo esse conjunto de decisões tem como objetivo prover um fluxo eficiente de materiais e produtos acabados ao longo de toda a cadeia de suprimentos.



Muitas empresas se defrontam com a decisão estratégica quanto ao número de centros de distribuição a serem implantados, sua localização e quais clientes atender a partir de cada CD. Para tomar essas decisões, a empresa deve avaliar o nível de serviço desejado e ao mesmo tempo minimizar ao máximo os custos operacionais do centro de distribuição, incluindo os custos dos estoques regulares, os custos de estoque de segurança, os custos de transporte entre fornecedores e CD's e entre os CD's e clientes finais.

O estudo dos fatores que levam aos ganhos derivados da utilização de centros de distribuição é feito a seguir:

### 3.1. Fundamentação Teórica

O aumento da competição global e a fusão das grandes empresas vêm imprimindo um novo cenário às organizações que buscam, continuamente, o controle de seus custos, tentando ao mesmo tempo otimizar a localização de suas instalações e ampliar sua eficiência operacional. Gerenciar suas Cadeias de Suprimentos, além de proporcionar uma visão integrativa, possibilita às organizações gerenciar materiais e fluxos de informação com fornecedores e clientes, bem como entre as diferentes áreas dentro da empresa.

Esta revisão inicia-se evidenciando o estudo de consolidação de estoques em Centros de Distribuição. Tal revisão não pretende trazer à tona todo o conhecimento a este respeito, mas tão somente indicar linhas de pesquisa já desenvolvidas por autores notórios na área.

Atualmente, muitas organizações utilizam-se da estratégia de estabelecer Centros de Distribuição devido às vantagens decorrentes destes, as quais são objeto de identificação e quantificação neste trabalho. De acordo com Ballou (2001), o CD é uma configuração de armazém em que são recebidas cargas consolidadas de diversos fornecedores; essas cargas são fracionadas a fim de agrupar os produtos em quantidade e sortimento precisos e então encaminhadas para os pontos de venda que pertencem ao seu espaço de atendimento.

As funções básicas de um CD, segundo Calazans (2001), são: recebimento, movimentação, armazenagem, separação de pedidos e expedição. A mercadoria chega do fornecedor e é recebida pelo CD, podendo ser armazenada para futura expedição ou ser expedida diretamente, o que é chamado de *crossdocking* – operação na qual o produto é recebido e encaminhado diretamente para o cliente - com o mínimo de tempo possível a fim de não mantê-lo em estoque. Quando destinada à armazenagem, a mercadoria é movimentada para seu determinado local no estoque até que seja solicitada através de um pedido; naquele momento então é separada e encaminhada para expedição, onde é transportada até o destino estabelecido.

Quando a pesquisa sobre Centros de Distribuição é direcionada para o *trade-off* entre custos de transporte, custos de armazenagem e nível de serviço, muitos são os estudos desenvolvidos que demonstram os benefícios desta centralização. Eppen *et* Schrage (1981) modelam um sistema de armazéns onde há uma distribuição normal de demanda, custos de armazenagem e de *backorder* proporcionalmente idênticos e sem evidências de transbordo. O modelo proposto pelos autores utiliza-se de uma política de operação revista periodicamente e sem estoques de manutenção, na qual o sistema consiste em um CD que não mantém estoques, mas que os aloca nos varejistas utilizando um *framework* baseado no modelo de *multi-periods newsvendor*. Schwartz (1981) demonstra os benefícios de consolidar estoques em um *framework* de Lote econômico de multi-depósitos.

Em outra linha, Erlenbacher *et* Miller (2000) desenvolvem um modelo analítico que objetiva estabelecer o número ideal de Centros de Distribuição, sua localização, bem como quais clientes servir, minimizando assim os custos fixos de operação do CD, custos de estoque, custo de transporte entre as plantas e os CDs, mantendo níveis aceitáveis de serviço ao cliente. Effroyson *et* Ray (1966) consideravam o problema de determinar o número e alocação dos CDs com o objetivo de minimizar os custos fixos e de transporte associado ao CD, e atender um grupo de clientes localizados em pontos dispersos.

### 3.2. Redução no custo de transporte

Segundo Rodrigues *et* Pizzolato (2013), o abastecimento das lojas costuma seguir uma política tipo D+k, em que k=1, 2 ou 3, e dificilmente superior a 3. Essa política significa que as vendas, em volume D, feitas em um determinado dia por determinada loja serão ressupridas k dias mais tarde em função do afastamento entre a loja e o CD. No caso da Empresa X, como todas as lojas são relativamente próximas ao CD, pode-se considerar k = 1.

A adoção de um centro de distribuição remete de imediato a uma redução nos custos do transporte. As Figuras 1(a) e 1(b) ilustram essas alternativas. Na opção 1(a), cada fornecedor atende diretamente a todas as lojas, muitas das quais recebem cargas pequenas ou fracionadas, enquanto na opção 2 é feito o transporte de grandes volumes em longos trajetos do fornecedor ao CD, e volumes menores serão transportados dos depósitos às lojas, porém em trajetos reduzidos.

Considerando as 40 lojas que a Empresa X possui atualmente e, aproximadamente, 1200 fornecedores, têm-se os seguintes cenários: na situação 1(a), está sendo considerado o caso da Empresa X antes do centro de distribuição, em que cada fornecedor alimentava em média cada loja uma vez por mês. Nesta situação, supondo  $f=1.200$  e  $n=40$  obtêm-se:



- 1200 (fornecedores) x 40 (lojas) x 12 (meses) = 576.000 viagens por ano

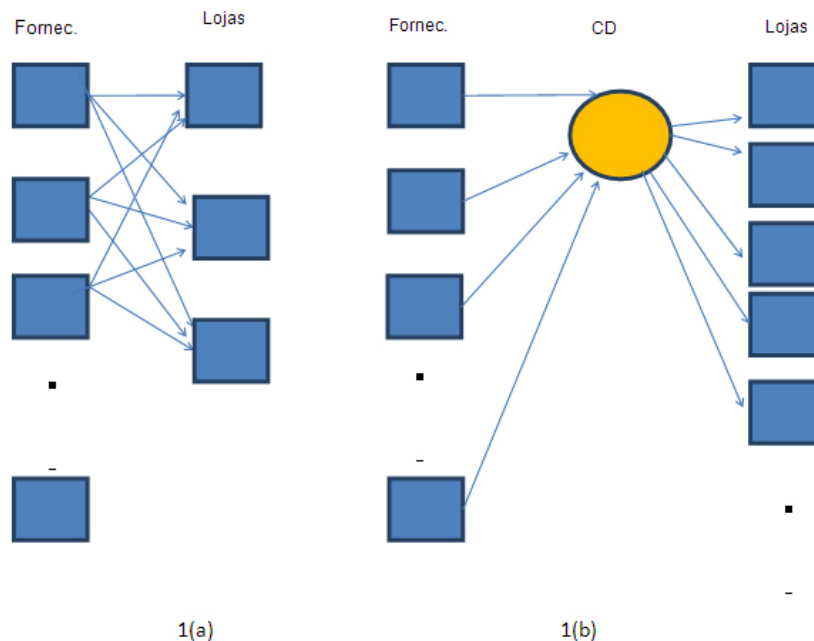


Figura 1(a) e (b): Cenário antes e depois da implantação do CD

Fonte: Os próprios autores (2013)

A situação 1(b) está considerando a situação atual da “Empresa X”, onde os fornecedores abastecem um único centro de distribuição uma vez por mês e esse CD abastece as 40 lojas.

- 1200(fornecedores) x 1(CD) x 12 (meses) = 14.400 viagens por ano

Certamente, há ainda viagens de reabastecimento entre os CD's e as lojas, mas sobre trajetos mais curtos. Essas viagens poderiam ser diárias, mas poderiam também ter uma redução decorrente de uma rota que alcance diversas lojas na mesma viagem. Em todo caso, na situação extrema de uma viagem diária para cada loja, e supondo 300 dias úteis no ano, haveria um total de:

- 40(lojas) x 300(dias) = 12.000(viagens)

Portanto, o sistema sugere a redução de 576.000 viagens anuais, eventualmente longas, por 26.400 viagens, boa parte das quais sobre trajetos curtos. Para entender melhor as economias geradas por essa redução, foi feita uma pesquisa sobre os custos de frete. A Tabela 1 demonstra os maiores e menores valores encontrados:

Tabela 1: Custos máximos e mínimos de frete

Custo do Frete por viagem	Fornecedor para as lojas	Fornecedor para o CD	CD para as lojas
Preço Mínimo	R\$ 2.600,00	R\$ 2.210,00	R\$ 500,00
Preço Médio	R\$ 3.350,00	R\$ 2.847,50	R\$ 700,00
Preço Máximo	R\$ 4.100,00	R\$ 3.485,00	R\$ 900,00

Fonte: Pesquisa com transportadores (2013)

Usando os preços médios dessa tabela como referência, tem-se os seguintes custos de transporte na situação 1:

- 576.000 (viagens Fornecedor - loja) x R\$ 3.350,00 (custo) = R\$ 1.929.600.000,00

Os custos referentes à situação 2 são os seguintes:

- 14.400 (viagens Fornecedor – CD) x R\$ 2.847,50 (custo) + 12.000 (viagens CD – loja) x R\$ 700 (custo) = R\$ 49.404.000,00

Portanto, a utilização de um CD resultou em uma redução de aproximadamente 97% no custo de transporte.

### 3.3 Redução no custo de estoque

O sistema mais tradicional de controle de estoques é conhecido como a fórmula do lote econômico. Esse modelo pressupõe que a demanda seja constante e leva em conta, além da demanda anual, dois parâmetros: A, o custo de encomendar; e h, o custo de manter em estoque. De acordo com esse modelo de demanda constante, o nível de estoque segue um comportamento gráfico conhecido como “dente de serra”. Desse comportamento, deriva-se a conhecida expressão do lote econômico,  $Q^*$ , conforme Equação 1.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DA}{h}} \quad (\text{Equação 1})$$

$Q^*$  = lote econômico;



D = demanda anual;  
A = custo de encomendar;  
h = custo de manter em estoque

O custo total de administrar os estoques é dado pela Equação 2, cujo mínimo é exatamente encontrado para o lote econômico  $Q^*$ :

$$CT = \frac{D}{Q^*} \cdot A + \frac{Q^*}{2} \cdot h$$

(Equação 2)

Suponha agora um sistema constituído por  $n$  lojas supostamente iguais, ou seja, tendo cada uma a demanda comum  $D$ , e os mesmos parâmetros administrativos:  $A$  e  $h$ . Naturalmente, o custo total será o somatório de custos de todas as lojas, conforme evidenciado na Equação 3:

$$CTn = n \cdot CT$$

(Equação 3)

Suponha agora o sistema operando com um CD que atenda às  $n$  lojas, e responsável pelo controle dos estoques de toda a rede. Para o CD, a demanda observada será  $nD$ , o somatório das demandas, enquanto que os parâmetros poderiam ser admitidos os mesmos. Aplicando-se o mesmo modelo do lote econômico, tem-se a seguinte expressão:

$$Q^*_{CD} = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{n \cdot Q^*}$$

(Equação 4)

A expressão do custo administrativo total  $CT_{CD}$  é obtida usando-se a demanda agregada e o lote econômico resultante,  $Q^*_{CD}$ , como acima definido. O custo total, conforme evidencia a Equação 5, seria o seguinte:

$$CT_{CD} = \frac{nD}{\sqrt{nQ^*}} \cdot A + \frac{\sqrt{nQ^*}}{2} \cdot h = \frac{\sqrt{nD}}{Q^*} \cdot A + \frac{\sqrt{nQ^*}}{2} \cdot h$$

(Equação 5)

A razão entre os custos totais das  $n$  lojas e o custo dos estoques com o CD seria como demonstrado na Equação 6:

$$\frac{n \cdot CT}{CT_{CD}} = \frac{n \cdot \left( \frac{D}{Q^*} \cdot A + \frac{Q^*}{2} \cdot h \right)}{\sqrt{n \cdot \left( \frac{D}{Q^*} \cdot A + \frac{Q^*}{2} \cdot h \right)}} = \sqrt{n}$$

(Equação 6)

O resultado acima sugere uma notável interpretação. Em particular, para o caso da empresa objeto deste estudo, que possui um  $n = 40$ , teria-se uma redução de aproximadamente 6 vezes no custo total dos estoques, ou seja, 84% dos custos passariam a ser evitados.

### 3.3. Aumento do espaço nobre nas lojas

Tendo em vista o cenário atual em que existe um plano de aumentar o número de lojas e expandir geograficamente os pontos de venda a fim de atender as demandas existentes dos consumidores, manter estoques nas lojas representa um custo elevado e, também, a perda de um espaço que pode ser destinado à exposição de produtos para o cliente final.

A Empresa X possui 40 lojas e cada loja possui, em média, 1.200 m<sup>2</sup> de área. Atualmente, após a adoção do CD, a área reservada para estoque/recepção de produtos em cada loja é em torno de 100 m<sup>2</sup>. Desta forma, a área total necessária para armazenamento nos pontos de vendas é de 4.000 m<sup>2</sup>. Levando-se em consideração que o preço médio do m<sup>2</sup> para aluguel nas regiões onde existem lojas gira em torno de R\$ 250,00, o custo total do espaço destinado à movimentação de estoques representa R\$ 12.000.000,00 por ano.

- 40 (lojas) x 100 (área) x R\$ 250 (custo) x 12 (meses) = R\$ 12.000.000,00

Segundo o CEO da empresa, o espaço reservado para estoque/recepção de mercadorias, antes do aluguel de um CD, era em torno de 400 m<sup>2</sup> por loja. Portanto, a adoção de um CD gerou uma redução de 75% ou 300 m<sup>2</sup> no espaço reservado para estoque/recepção nas lojas.

Caso a empresa não tivesse centralizado o estoque, a área total necessária para estoque seria de aproximadamente 16.000 m<sup>2</sup>. Desta forma, utilizando o mesmo custo por m<sup>2</sup>, o custo anual do espaço destinado a estoques seria de R\$ 48.000.000,00.

- 40 (lojas) x 400 (área) x R\$ 250 x 12 (meses) = R\$ 48.000.000,00

Outro ganho a ser considerado é a área de manobra dos caminhões, área esta existente somente em algumas lojas. Parte de tal espaço, após a implantação do CD, é destinado à área de exposição de mercadorias ao consumidor e outra parte utilizada como área de estacionamento para clientes. Tal redução pode ser evidenciada por meio da Figura 2.



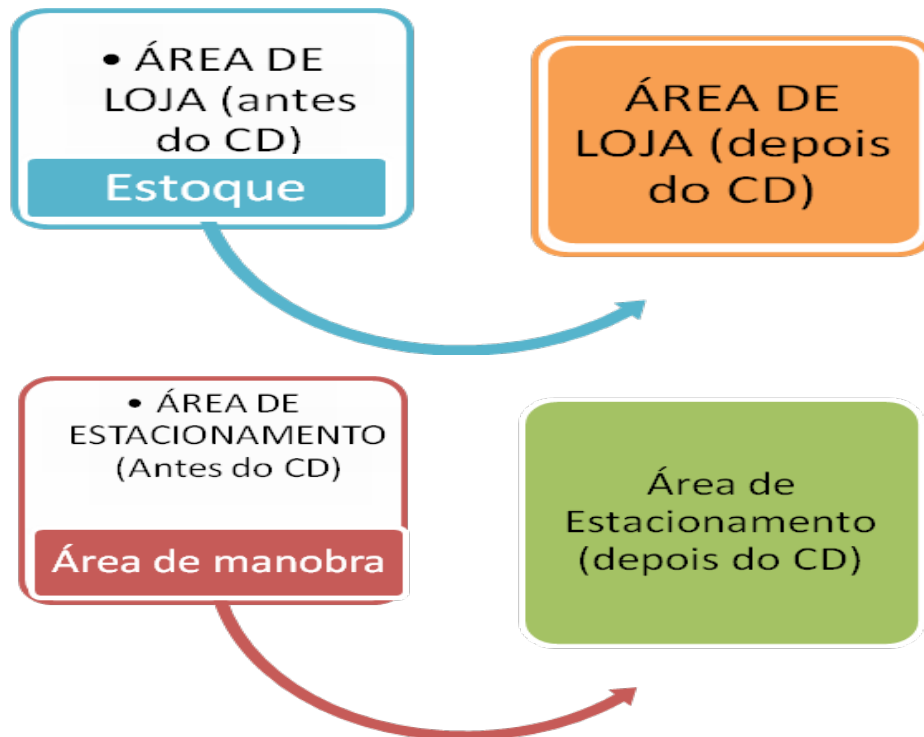


Figura 2: Comparação dos espaços das lojas antes e depois do CD

Fonte: Empresa X (2013)

As notações matemáticas abaixo evidenciam a redução dos custos quando da liberação dos espaços nobres nos pontos finais de venda, transferindo-os para os CD's.

#### Custo das lojas em $m^2$

$$C = \sum C_u^i \cdot M^i$$

(Equação 7)

Em que:

$C_u^i$  = custo unitário do  $m^2$  na loja  $i$

$M^i$  = quantidade de  $m^2$  necessária para estoque nas lojas

#### Custo do CD

$$C_{CD} = \sum C_u^{CD} \cdot M^{CD}$$

(Equação 8)

Em que:

$C_u^{CD}$  = custo unitário do  $m^2$  do CD

$M^{CD}$  = quantidade de  $m^2$  necessária para estoque em CD

É importante ressaltar que a área necessária a um CD não corresponde à soma das áreas das lojas, pois há um ganho de escala, tanto na redução de espaço (metragem), bem

como no custo do  $m^2$  do local onde o centro de distribuição é implantado, quando comparado ao valor do  $m^2$  de áreas nobres onde os pontos de venda são localizados.

#### 3.4. Redução da mão de obra e Centralização de controles

Outro fator importante na adoção de um CD é a centralização de controles, que consiste na verificação de produtos, checagem de notas fiscais verificando se está de acordo com o pedido, checagem da qualidade do produto recebido entre outros. Com a centralização no CD, além destas tarefas não serem necessárias, os erros são minimizados, pois tudo já vem controlado do próprio CD.

Suponha uma loja de varejo  $i$  que ocupe uma área  $M^i$   $m^2$ , operando com  $F^i$  funcionários a um custo unitário de  $p^i$ , uma fração  $\alpha\%$  de despesas alocadas para recepção, verificação, armazenamento e manuseio de produtos acabados. Assim, com  $n$  lojas que cada loja possuía uma relação entre o custo fixo de mão de obra  $p^i$  e força de trabalho envolvida com recepção e controle de produtos, o custo do pessoal relacionado a controles  $C_{Labor}$  para todas as lojas pode ser representado pela Equação 9



$$Clabor = \sum \alpha \cdot p^i \cdot F^i \quad (\text{Equação 9})$$

Transferindo todas as atividades, tais como recepção, controle e estocagem dos produtos para o CD, os custos envolvidos são agora definidos pela Equação 10, em que  $F$  representa a média do número de empregados em cada loja e  $p$  representa a média do custo unitário por trabalhador e  $\alpha$  o número necessário de funcionários por  $m^2$ :

$$C_{Labor}^{CD} = \alpha \sqrt{n \cdot p} \cdot F \quad (\text{Equation 10})$$

As equações acima evidenciam que a centralização dos estoques no CD reduzem significativamente os custos com mão de obra na rede.

No caso da Empresa X, o custo unitário de mão-de-obra de uma loja é de, aproximadamente, R\$ 900,00 e cada loja possui aproximadamente 30 funcionários, com um  $\alpha$  médio em torno de 0,025 (2,5%). Portanto, o custo anual de mão-de-obra de uma loja da Empresa X é de aproximadamente R\$ 14.040.000,00.

Segundo um executivo da empresa, antes da adoção de um CD o número médio de funcionários por loja era de aproximadamente 36, e um  $\alpha$  de 0,03. A utilização de um CD resultou em uma redução de 6 funcionários por loja. O custo anual de mão-de-obra era de:

- R\$ 900 (custo) x 0,03 ( $\alpha$ ) x 1.200 ( $m^2$ ) x 40 (lojas) x 13 (meses) = R\$ 16.848.000,00

Após a utilização do centro de distribuição, o custo de mão-de-obra teve uma redução de R\$ 2.808.000,00, aproximadamente 17%.

### 3.5. Redução da falta de estoque

Quando os estoques de  $n$  lojas estão centralizados em um armazém, há uma redução da falta de produtos nas lojas de varejo como resultado de uma melhor gestão dos níveis de estoque. É bem verdade que o EDI ajuda nesta gestão na medida em que as necessidades de reabastecimento são mostradas em tempo real pelas lojas pertencentes a uma rede de varejo e seu centro de distribuição. Isso permite um rápido reabastecimento no ponto final de venda, minimizando custos e aumentando a percepção do nível de serviço ao consumidor.

Para demonstrar a redução, este trabalho utilizou dados primários com base na demanda efetiva observada no ano de 2011 da Empresa X. Os produtos utilizados no estudo foram classificadas aleatoriamente e são vendidos por todas as lojas. Foram realizados testes de correlação e variância

para validar os resultados baseados em Starr *et Miller* (1962) e Maister (1976). Uma vez que as exigências de lojas pareceram ser independente e existe alguma correlação entre os mesmos, o teste de variação é adequado para o que foi proposto pelos autores conforme reforça Equação 11.

Alguns dados confidenciais foram fornecidos pelos executivos da empresa e permitiram a construção de uma planilha com informações de vendas de produtos utilizados em todas as lojas da rede. Assim, os resultados apresentados nas equações 11 e 12 baseiam-se num produto específico vendido em todos os pontos de venda da empresa.

A Equação 11 foi dividida em duas partes demonstrando a variância da demanda agregada do produto e evidenciando o valor baixo de variância e o desvio-padrão. Na Equação 12, a simples soma das variâncias das  $n$  lojas pode ser vista, representado 117.973,750. A diferença de 92,47% entre a demanda agregada e a simples soma das variâncias pode ser evidenciada.

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_i \cdot d_j \cdot \rho_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \\ &= 7.677,80 + 1.210,588 = 8.888,388 \quad (\text{Equation 11}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \\ &= 117.973,750 \quad (\text{Equation 12}) \end{aligned}$$

Outras simulações sobre a correlação e desvio padrão foram realizadas, as quais mostraram que, se as demandas das lojas não estão correlacionadas, o desvio padrão da demanda agregada será inferior (Equação 11) ao desvio padrão de todos os estabelecimentos separadamente (Equação 12), e, ainda, caso haja correlação, o desvio padrão da demanda agregada será significativamente menor do que da demanda descentralizada (loja a loja).

### 4. CUSTOS ASSOCIADOS À OPERAÇÃO DE UM CD.

Para entender melhor os custos associados à operação de um CD, foi feita uma entrevista com o diretor de logística da Empresa X. Segundo ele, há basicamente três custos associados à operação de um centro de distribuição:

- Custo de aluguel
- Custo Condominial
- Custo de mão de obra para operar o CD



#### 4.1. Custo de aluguel

O custo de aluguel é o valor que a empresa pagará, mensalmente, pelo direito de operar aquele CD. No caso da empresa objeto deste estudo, a mesma opera um CD de 12.000 m<sup>2</sup> no interior da Bahia.

O aluguel por m<sup>2</sup> do Centro de Distribuição é de R\$ 18,00 por mês. Comparando o preço do aluguel com os preços das demais regiões do país, parece que a Empresa X paga um preço que representa a média do mercado. Portanto, o custo anual de aluguel é de R\$ 2.592.000,00.

- 12.000 (m<sup>2</sup>) x R\$ 18,00 (custo) x 12 (meses) = R\$ 2.592.000,00

#### 4.2. Custo condominial

Um condomínio logístico é um aglomerado de centros de distribuição alocados para diversas empresas. Quando uma empresa não é grande o suficiente para ter um próprio condomínio logístico, ela costuma alugar módulos de um condomínio logístico que atenda a sua necessidade e esses módulos servem como um centro de distribuição, como é o caso da Empresa X.

Estes condomínios logísticos são administrados por uma empresa especializada contratada pelo dono do espaço. Essa administradora possui várias despesas que beneficiam os locatários dos módulos. Estas despesas são chamadas de custos condominiais.

No caso da Empresa X, o custo condominial é em torno de R\$ 15,00 por mês. Levando em conta esse dado, o custo condominial anual da empresa é de aproximadamente:

- 15,00 (custo condominial) x 12 (meses) x 12.000 (área total) = R\$ 2.160.000,00

#### 4.3 Mão-de-Obra

Segundo o diretor de logística da empresa, o centro de distribuição é composto basicamente por duas áreas: a comercial e o operacional.

A área comercial cuida do atendimento aos clientes e fornecedores da empresa. A área operacional cuida de toda a logística das entregas e do funcionamento do centro de distribuição.

A partir de dados fornecidos pela empresa, o salário médio de um operador de empilhadeira/operador logístico é em torno de R\$ 1.800,00/mês. Outro fato relevante citado por ele é que, levando em consideração uma margem de segurança operacional, é necessário ter um funcionário operacional para cada 100 m<sup>2</sup> de área, portanto, o CD da Empresa X opera 120 funcionários operacionais.

Assim, o gasto anual com a área operacional gira em torno de R\$ 2.808.000,00.

- 1.800 (salário) x 13 (meses) x 120(funcionários) = R\$2.808.000,00

Segundo a empresa, o CD tem uma área administrativa de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, empregando um total de 20 funcionários administrativos e comerciais. Usando como base os mesmos dados fornecidos pelo diretor de logística, o salário médio dos funcionários administrativos é em torno de R\$ 3.000/mês. Portanto, o gasto anual com a área administrativa é em torno de:

- 3.000 (salário) x 13 (meses) x 20 (funcionários) = R\$ 780.000,00

Logo, o custo anual total de mão-de-obra do centro de distribuição, somando a área operacional com a área administrativa é de aproximadamente R\$ 3.588.000,00.

### 5. CONCLUSÃO

Os ganhos experimentados pelas grandes redes vêm sendo também compartilhados pelas pequenas redes, mediante o uso de depósitos públicos, de depósitos de propriedade de seu operador logístico ou do aluguel de módulos dentro de um condomínio logístico. Outro aspecto importante decorre do congestionamento das grandes cidades e a consequente restrição ao tráfego de caminhões pesados e também as restrições à circulação e entrega de mercadorias em determinados horários. O sistema de CDs permite a racionalização desses processos e uma sensível redução no tráfego nas regiões urbanas centrais.

É importante lembrar que tal estratégia passa pela união de esforços para realizar uma distribuição mais eficiente e com menor custo, compartilhando a redução de custos, eliminação de pontos de estrangulamento, entre outras vantagens derivadas do trabalho em parceria.

Nesta segunda parte do trabalho, foram exemplificados e calculados os principais custos logísticos da operação da Empresa X em duas situações, com e sem o centro de distribuição, e foi possível observar a variação destes custos. A Tabela 2 compara os principais custos.

Tabela 2: Economicidade antes e após instalação do CD

	Antes do CD	Depois do CD
Transporte	R\$ 1.929.600.000,00	R\$ 49.404.000,00
Área de Estoque	R\$ 48.000.000,00	R\$ 12.000.000,00
Mão-de-obra loja	R\$ 16.848.000,00	R\$ 14.040.000,00
Aluguel CD	-	R\$ 2.592.000,00
Custo condominial	-	R\$ 2.160.000,00
Mão-de-obra CD	-	R\$ 3.588.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.994.448.000,00</b>	<b>R\$ 83.784.000,00</b>

Fonte: Os próprios autores (2013)





É possível identificar que, após a adoção do CD, a empresa teve uma economia de aproximadamente 95% dos custos.

Além dos fatores calculados acima, a empresa ainda teve uma redução do custo de estoque das lojas de 84%, a centralização do controle das lojas no CD reduziu em 88% o número de contatos diários, de 240.000 para 30.000 contatos e a área nobre das lojas aumentou em aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, tendo em vista a diminuição do espaço reservado para o estoque.

O principal objetivo deste trabalho é evidenciar que uma centralização de diversos depósitos para poucos centros de distribuição pode reduzir significativamente os custos de transporte e armazenagem, além de promover ganhos relacionados à qualidade do serviço prestado.

## 6. REFERÊNCIAS:

- Ballou, R. H. (2001), Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial, 4a ed., Porto Alegre, Bookman.
- Brandeau M.L. e Chiu S.S. (1989), "An overview of Representative Problems in Location Research", *Management Science*, Vol.35, pp.645-674.
- Calazans, F. (2001), Centros de Distribuição, Panorama Setorial, Gazeta Mercantil.
- Chopra, S. et Meindl, P. (2003), Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Prentice Hall, Rio de Janeiro.
- Current, J., Daskin, M. et Schilling, D. (2004), «Discrete Network Location Models». in Drezner, Zvi e Hamacher. *Facility Location: Applications and Theory*, Springer Verlag.
- Drezner, Z. et Hamacher, H.W. (2001), *Facility Location : Application and Theory*, Springer-Verlag, Berlin.
- Effroyson, M.A., e Ray,T.L., (1966) "A branch-and-bound algorithm for plant location", *Operations Research*, Vol.14, pp.361-368.
- Eiselt, HA et Laporte, G. (1995), «Objectives in Location Problems». in *Facility Location : A Survey of Applications and Methods*, New-York, Zvi Drezner Editor, Springer-Verlag.
- Eppen, G.; e Schrage, L. (1981), "Centralized Ordering policies in a Multi-warehouse system with lead times and random demand", *Management Science*, Vol. 16, pp.51-67.
- Erlebacher,S.J. e Miller R D., (2000) "The interaction of location and inventory in designing distribution systems", *IIE Transactions*, Vol.32, pp.155-166.
- Farahani. RZ. et Hekmatfar (editors). (2009), "Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies: Contributions to Management Science". *Physica-Verlag Heidelberg*.
- Hakimi, SL. (1964), «Optimal Location of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph», *Operations Research*. Vol.12, No.3, pp.450-459.
- IBGE (2008) – Market research – <www.ibge.gov.br>
- Maister DH. (1976), "Centralization of inventories and the square root law", *International Journal of Physical distribution and Material Management*, Vol.6, No.3, pp124-134.
- Melo MT, Nickel, S. e Saldanha-da-Gama, F. (2009), "Facility location and supply chain management – a review", *European Journal of Operational Research*, Vol.196, pp 401-412.
- Reese, J. (2006), "Solution Methods for the p-Median Problem", *An Annotated Bibliography Networks*. Vol.48, No.3, pp.125-142.
- Revelle CS. e Eiselt HA. (2005), «Location Analysis: A Synthesis and Survey», *European Journal of Operational Research*, Vol.165, No.1, pp 1-19.
- Rodrigues, E.F. e Pizzolato, N.D. (2013), "The economy of distribution center: the case of retail company in Brazil", *African Journal of Business Management*, Vol.7, No.16, pp.1541-1552.
- Schwartz, L.B., (1981) "Physical Distribution: the analysis of inventory and location". *AIEE Transactions*, Vol.13, pp.138-150.
- Starr M.K. et Miller DW. (1962), *Inventory Control: Theory and Practice*, Englewood Cliffs. NJ, Prentice Hall.
- Weber A. (1909), *Über der Standort der Industrien, 1. Teil : Reine Theorie des Standortes*, Tübingen, Germany. English Translation : on the Location of Industries, Univesity of Chicago Press. Chicago. IL.