

# ***Planejamento Interno do Armazém de um Operador Logístico –***

## ***Estudo de caso de um Cliente***

*”Artigo a ser submetido ao periódico Revista Produção”*

Luis Fernando Sbardelotto (UFRGS) [lbsbardelotto@gmail.com](mailto:lbsbardelotto@gmail.com)

Fernando Dutra Michel (UFRGS) [michel@producao.ufrgs.br](mailto:michel@producao.ufrgs.br)

### **Resumo**

Este artigo apresenta um modelo de planejamento interno de um armazém levando em consideração diversos aspectos referentes ao serviço de armazenagem. É realizada uma pesquisa-ação que investiga, primeiramente, em bases teóricas as características fundamentais para se ter um eficiente funcionamento de um armazém. A partir desta investigação, são realizadas ações com o objetivo de melhorar a prática descrita da operação em questão. Esta segunda parte foi realizada em uma operação de um cliente em um armazém de um operador logístico. Os principais resultados obtidos foram de redução do tempo operacional, simplificação e padronização dos processos analisados e reduções de custos diretos da operação em questão. Com isso, o trabalho realizado revelou que planejando sistematicamente as áreas internas e os processos de um armazém se consegue melhorar diversas dificuldades resultantes deste complexo tipo de serviço.

### **Palavras Chaves**

Logística; Armazém; Planejamento Interno; Armazenagem

### **1. Introdução**

Nos dias atuais é fundamental para empresas modernas, a implementação de um sistema logístico. O papel da logística no negócio aumentou tanto em escopo, quanto em importância estratégica (SEVERO FILHO, 2006). As operações logísticas são uma forma de competição estratégica que possibilitam a obtenção de vantagens diferenciais que ultrapassam as fronteiras da qualidade do produto que, embora relevantes, podem ser produzidas ou superadas pelos concorrentes, enquanto que as operações logísticas são próprias de cada empresa, em razão de fatores como localização e estrutura física e, conseqüentemente, muito mais difíceis de serem reproduzidas ou superadas (CASTRO, 2007).

Atualmente, a fim de desenvolverem um competitivo sistema logístico, as empresas estão cada vez mais buscando terceirizar este importante setor. De acordo com estudo

realizado pelo Centro de Estudos em Logística do Instituto COPPEAD de Administração com embarcadores brasileiros, a redução de custos encabeça a lista dos motivos pelos quais as empresas optam pela terceirização logística. Outras motivações como foco no core business, aumento de flexibilidade, redução de investimentos em ativos, aumento no nível de serviço e aumento na eficiência operacional tiveram expressivas citações (FLEURY, 2003).

Na linguagem da gestão, utiliza-se o termo inglês outsourcing para denominar a contratação a uma entidade externa de uma função ou área de apoio ao negócio. Na literatura especializada são utilizadas várias denominações para as empresas prestadoras de serviços logísticos, contudo, a denominação Operador Logístico é a mais utilizada no Brasil (MOURA, 2006).

Um operador logístico é um fornecedor de serviços logísticos integrados, capaz de atender a todas ou quase todas as necessidades logísticas de seus clientes de forma personalizada (GOMES, 2004). Já a Associação Brasileira de Logística define operador logístico nos seguintes termos:

“O fornecedor de serviços logísticos especializado em gerenciar e executar todas ou parte das atividades logísticas nas várias fases da cadeia de abastecimento de seus clientes, agregando valor aos seus produtos e que tenha competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas três atividades básicas: Controle de estoque, armazenagem e gestão de transportes”.

Para Moura (2000), muitas das oportunidades de obtenção de maiores lucros por parte das empresas que trabalham com logística encontram-se atualmente na esfera da administração de materiais, e nesta, o setor de armazenagem é o que oferece economias significativas.

A armazenagem e o manuseio de materiais são atividades que assumem considerável importância pelo fato de terem influência sobre o tempo necessário ao processamento dos pedidos dos clientes no canal de distribuição ou a disponibilização dos insumos no canal de suprimentos. Logo, são atividades de consideráveis custos e que merecem um cuidadoso planejamento e gerenciamento (BALLOU, 2004).

Existem diversos tipos de locais para a realização do processo de armazenagem, porém, o mais utilizado é o armazém. Para Correia (2005), O sucesso de um armazém resulta fundamentalmente do seu projeto construtivo e dos equipamentos previstos, pois estas decisões irão condicionar todos os demais fatores operacionais e de custos.

O presente artigo demonstra quais são as áreas, estruturas e diferentes tipos de modos de operação necessários para planejar eficientemente uma área de armazenagem e

consequentemente criar um procedimento de planejamento padrão para servir como base na disponibilização deste serviço a diferentes clientes. A fim de validar esta base teórica e este procedimento criado, será dimensionado um armazém pertencente a um operador logístico localizado na cidade de Porto Alegre – RS – Brasil.

A empresa em questão possui diversos armazéns espalhados pelo Brasil com diversos clientes atendidos muitas vezes no mesmo ambiente. O procedimento de alocação das áreas específicas do processo de armazenagem destes e de novos clientes é muito restrito e baseado na experiência daqueles que trabalham lá por já algum tempo. Diversas vezes, depois de o cliente estar adaptado as suas operações, houve a necessidade de readequação das áreas planejadas e até mesmo das estruturas utilizadas para armazenar os produtos devido ao mal planejamento realizado antes do início das operações.

Este artigo aborda o tema em cinco seções. A primeira seção traz uma breve contextualização de como se encontra a logística no Brasil conceituando o operador logístico e demonstrando a importância do processo de armazenagem, apresenta um caso-problema e o objetivo do trabalho. A seção 2 busca, no embasamento teórico, informações necessárias para uma completa descrição de como minimizar o risco de erro em um dimensionamento interno de um armazém. Na seção 3 é descrita a metodologia usada no estudo do caso. A seção 4 apresenta os resultados obtidos com a aplicação dos conceitos referenciados em um antigo cliente da empresa. Por fim, na seção 5 são demonstradas as considerações finais a respeito do estudo.

## **2. Referencial Teórico**

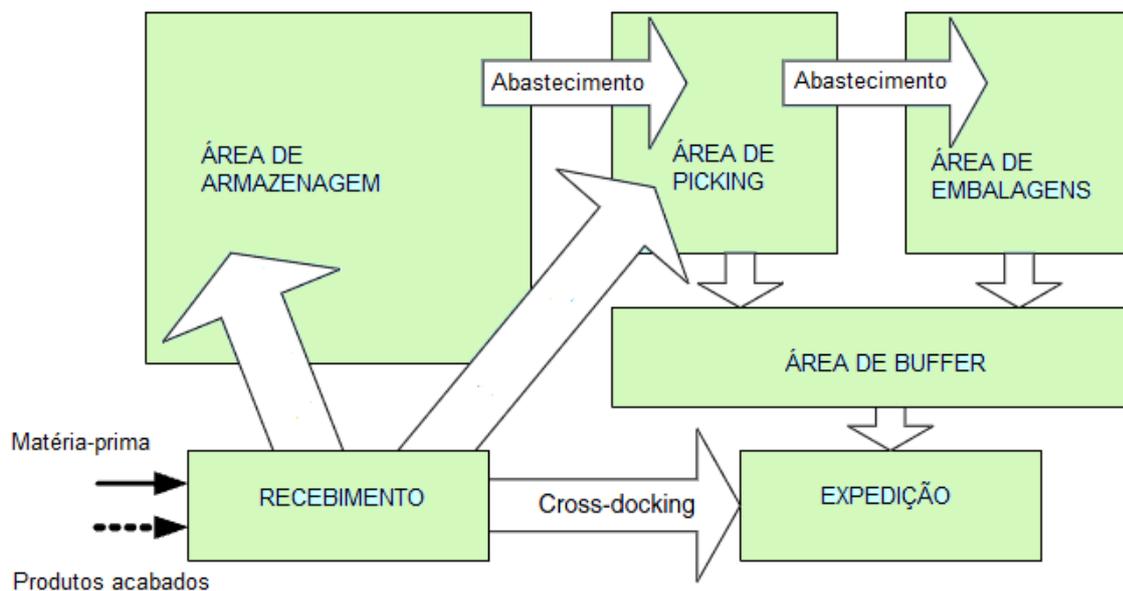
### **2.1. Armazém**

A armazenagem pode ser definida por três funções básicas: Receber materiais de um fornecedor; estocá-los até que sejam solicitados por um cliente; retirá-los do estoque quando solicitados e expedi-los. Para se ter um layout de armazém que atenda estas três funções eficientemente, deve ser levado em consideração os seguintes objetivos: Maximização do uso do espaço, dos equipamentos, da mão-de-obra, da acessibilidade de todos os itens e da proteção deles. Embora os objetivos do layout do armazém e da operação serem reconhecidos facilmente, os problemas enfrentados por estes processos podem se tornar complicados de resolver devido a grande variedade de produtos para armazenar, várias áreas diferentes de armazenamento e grandes flutuações nas demandas de produtos (LARSON et al., 1996).

O layout de um armazém é um problema dependente. Selecionar o melhor layout não é um processo trivial por causa da diversidade de fatores que influenciam na operação de

armazenagem, como localização de docas, disposição dos corredores, tipos de estruturas de armazenagem e etc (TOMPKINS et al., 2003).

Em um armazém, normalmente, existem áreas funcionais com fluxos pré-definidos conforme representado na figura 1. Na área de recebimento, os materiais são descarregados de caminhões em docas e inspecionados para verificar se a qualidade e as suas quantidades estão corretas. Após isto, os itens são transferidos para as zonas de armazenagem ou são colocados diretamente na área de expedição (esta operação é chamada de cross-docking). As zonas de armazenagem podem ser divididas em dois tipos: Área de armazenagem e área de picking. A área de armazenagem é onde os materiais aguardam até o momento em que forem requeridos pelos clientes. A área de picking na maioria das vezes é uma pequena área usada para armazenar materiais que serão movidos rapidamente. Em alguns casos é necessária uma área exclusiva para embalar os produtos armazenados com embalagens específicas. (GERALDES et al., 2008).



Fonte:

Adaptado de Tompkins (2003).

Figura 1 – Áreas funcionais em um armazém

### 2.1.1. Área de Recebimento/Expedição

A função principal de um armazém é armazenar materiais para em um futuro próximo disponibilizá-los a quem os queira, no tempo certo e na quantidade desejada. Porém, para que isso se aplique, as mercadorias devem entrar e sair do local. Hassan (2002) diz que o número e a localização de entradas e saídas de um armazém impactam nas distâncias e no tempo do

deslocamento dos funcionários, na localização dos itens armazenados, nos congestionamentos e principalmente na direção do fluxo principal das movimentações internas. Estes acessos podem estar localizados em diversos locais do armazém. Por exemplo, pontos de entrada em lado oposto dos pontos de saída, ambos os pontos no mesmo lado da edificação e até mesmo, pertencentes ao mesmo acesso.

A transferência de materiais para dentro ou para fora dos armazéns usualmente é feita através de docas. Se estes processos não são completados eficientemente com segurança e acuracidade, o armazém não atinge o objetivo de satisfazer seus clientes, indiferentemente da qualidade de seus outros aspectos. (TOMPKINS & SMITH, 1998)

O número de docas necessárias para atender uma demanda pode ser determinado pela análise da fila de espera. Os veículos que chegam para serem carregados/descarregados de maneira casual (distribuição de Poisson) e forem carregados/descarregados de maneira aleatória (distribuição exponencial) são relacionados pelo índice de chegada de veículos/hora, índice de carregamento/descarregamento em veículos/hora e o número de veículos à espera. Outro modo de determinação também citado por Moura (1997), é utilizando a simulação.

Existem basicamente três tipos de configurações de docas: Doca de 90°, doca em diagonal e doca estendida. A doca de 90° é chamada assim pois o caminhão é posicionado com esta medida de ângulo referente a construção. Na doca em diagonal o ângulo entre o caminhão e a construção é menor que 90°, normalmente é utilizado um ângulo de 45°. A doca estendida é similar a doca de 90° porém é realizada uma extensão para aumentar o espaço de ocupação de carga. A diferença entre estes tipos de docas está no espaço utilizado para as operações de dentro e fora do armazém. A doca de 90° e a doca estendida requerem mais espaço fora do que a doca em diagonal. Ou seja, ocupam menos espaço na parte de dentro do armazém. Tipicamente, espaços dentro do armazém são mais caros que espaços fora, por isso as docas de 90° são mais utilizadas que as outras. (TOMPKINS & SMITH, 1998)

Um espaço de manobras é exigido na área de recebimento/expedição. Ele é localizado logo atrás das docas e serve para movimentar a entrada e a saída dos materiais, além de ligar as docas com a área de buffer. A área de buffer pode ser dividida em área de buffer do recebimento e área de buffer da expedição. A área de buffer do recebimento é utilizada para um rápido descarregamento de materiais para aquelas empresas que possuem um curto espaço de tempo de chegada de veículos. Já a área de buffer da expedição consiste em alocar materiais prestes a serem expedidos. Esta área pode ser dividida por clientes ou até mesmo regiões, facilitando a organização da expedição e minimizando possíveis erros de envio. Se o armazém tem a possibilidade e o planejamento de programar as chegadas e saídas do meio de

transporte responsável, estas áreas deverão ser delimitadas a um carregamento completo deste veículo por doca. Caso contrário, o dimensionamento destas áreas deverá estar de acordo com a quantidade recebida/expedida no pico do período analisado.

### **2.1.2 Área de Armazenagem**

O espaço para armazenagem abrange a grande maioria do espaço total, disponível em um armazém. Um elemento crítico do processo de dimensionamento do armazém é a determinação das necessidades de espaço para a estocagem dos diversos tipos de materiais. Os passos necessários para se definir propriamente as necessidades de espaço para estocagem em um armazém incluem: Definir os materiais a serem estocados e a forma de estocagem, determinar a filosofia apropriada de estocagem e a disposição dos corredores de movimentação de acordo com o fluxo de materiais (MOURA, 1997).

Após ter uma completa descrição dos materiais a serem armazenados, incluindo dimensões, pesos, quantidades médias e máximas, e forma de armazenagem, Larson et al. (1996) dizem que a filosofia de estocagem em um armazém pode ser classificada em três maneiras: Armazenagem aleatória, armazenagem dedicada e armazenagem por classes. Na armazenagem aleatória, os materiais são alocados em qualquer lugar disponível no momento deste processo. A armazenagem dedicada representa o modelo em que todo material, baseado em alguma condição, tem sua posição sempre definida no estoque. Já a armazenagem por classes é uma união entre os dois métodos citados anteriormente. Os materiais são classificados conforme um critério (demanda, tipo de produto ou tamanho) e cada classe é relacionada a uma zona de armazenagem. Dentro de cada zona, estes materiais são distribuídos aleatoriamente.

Embora a armazenagem dedicada normalmente reduza a movimentação de materiais, é necessário um espaço maior de estoque como prevenção contra a superlotação da área. Em contra partida, a armazenagem aleatória não precisa de muito espaço no estoque pois os materiais podem ser alocados onde há lugar disponível. Além disso, pela disposição dos itens no estoque serem aleatória a movimentação para colocá-los ou retirá-los tende a ser maior. (LARSON et al., 1996).

A decisão sobre a filosofia a ser adotada deve ser tomada tendo em vista das circunstâncias específicas de cada armazém. O Quadro 1 resume a comparação qualitativa das três opções em relação a três atributos importantes.

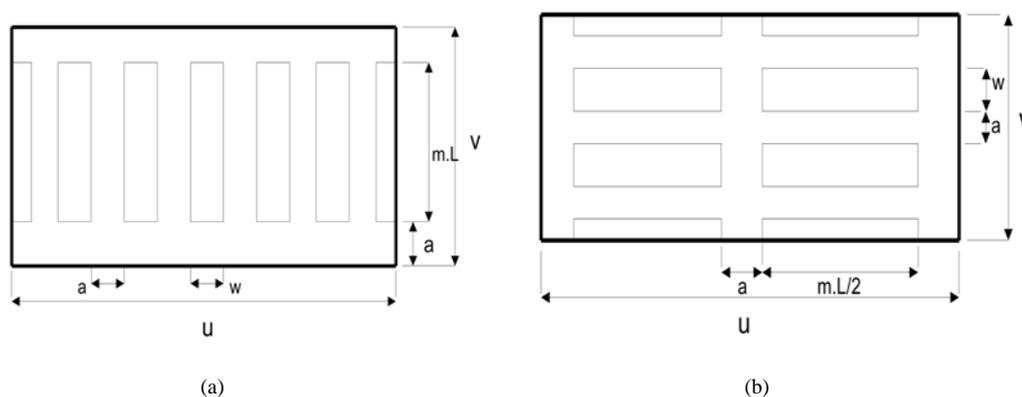
ATRIBUTO	ARMAZENAGEM DEDICADA	ARMAZENAGEM ALEATÓRIA	ARMAZENAGEM POR CLASSES
Utilização do espaço	Péssima	Excelente	Boa
Acessibilidade	Excelente	Boa / Péssima	Boa
Eficiência da movimentação	Boa	Boa	Péssima

Fonte: Adaptado de Moura (1997)

Quadro 1 – Filosofias de estocagem

Determinar o número, a localização, a orientação, o comprimento e a largura dos corredores de movimentação é um importante passo na formulação da área de armazenagem. Estes corredores impactam diretamente na dimensão desta área, na movimentação e na localização dos materiais armazenados (HASSAN, 2002).

A figura 2 apresenta duas possibilidades básicas de disposição para se armazenar materiais apropriadamente.



Fonte: Adaptado de Moura(1997)

Figura 2 – Disposições básicas dos corredores na área de armazenagem

Para calcular o número de espaços de estocagem por nível ao longo da estante Moura (1997) diz que:

$$m_a = \frac{1}{L} \sqrt{\left[ \frac{dCh + 2aCs + 2Cp}{2(dCh + Cp)} \right] \left[ \frac{k(w+a)L}{2h} \right]} \quad E(1)$$

ou

$$m_b = \frac{1}{L} \sqrt{\left[ \frac{2dCh + 3aCs + 2Cp}{dCh + 2Cp} \right] \left[ \frac{k(w+a)L}{2h} \right]} \quad E(2)$$

Por outro lado, para o cálculo do número ótimo de estantes duplas:

$$n_a = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left[ \frac{2(dCh + Cp)}{dCh + 2aCs + 2Cp} \right] \left[ \frac{k(w+a)L}{2h} \right]} \quad E(3)$$

ou

$$n_b = \frac{1}{w+a} \sqrt{\left[ \frac{dCh + 2Cp}{2dCh + 3aCs + 2Cp} \right] \left[ \frac{k(w+a)L}{2h} \right]} \quad E(4)$$

w – largura de uma estante dupla (m);

L – comprimento de um espaço de armazenagem (ex. um pallet) (m);

h – número de níveis de estocagem na vertical;

K – capacidade total do terminal, dado em espaços de estocagem;

a – largura dos corredores (m);

d – fluxo anual do terminal, em unidades de estocagem (ex. pallets) (itens/ano);

C<sub>h</sub> – custo de manuseio de um item em uma unidade de comprimento (R\$/m);

C<sub>S</sub> – custo anual de manutenção por metro quadrado do terminal (R\$/m<sup>2</sup>)

C<sub>P</sub> – custo anual por unidade de comprimento das paredes externas (depreciação) (R\$/m)

Com isso, pode ser calculado o comprimento mínimo da área de armazenagem aplicando:

$$U_a = n_a(w + a) \text{ ou } U_b = 3a + n_b * L$$

E a largura resolvendo:

$$V_a = 2a + n_a * L \text{ ou } V_b = n_b * (w+a)$$

Bartholdi & Hackman (2010) citam que para reduzir a movimentação entre a área de armazenagem e a área de recebimento ou expedição, geralmente é preferível orientar os corredores paralelamente a direção do fluxo de materiais. Caso o armazém possua o acesso a área de recebimento em lado oposto ao acesso a área de expedição, os corredores serão facilmente distribuídos ao longo deste sentido. Esta formatação proporciona uma maior quantidade de ótimas posições de estoque com mínima movimentação para alcançá-las. Se o armazém possuir ambos os acessos ao mesmo lado, a configuração do fluxo de materiais será

em U, e as posições que minimizarão as movimentações serão em menor quantidade e estarão concentradas entre estes acessos.

A fim de otimizar a movimentação, muitos armazéns além de possuírem os corredores paralelos ao fluxo de materiais, planejam corredores ortogonais ou angulados. Para Gue and Meller (2009), este procedimento pode reduzir em até 20% a quantidade de deslocamentos em um armazém onde a localização do ponto de recebimento e de expedição for a mesma.

Existem vários métodos para movimentar e estocar cargas. A escolha depende do mix de produtos, da estabilidade da carga, do índice de giro do estoque e do custo do equipamento e da mão-de-obra. Os três métodos básicos são: Empilhamento no piso, estrutura porta-paletes e estocagem de alta elevação. (MOURA, 1997)

Para Rigatto & Villanova (2006) o conceito de empilhamento no piso busca a otimização do fluxo de valor. Trabalhando basicamente com o layout de armazenagem por blocagem (caixa sobre caixa no chão), que não devem ultrapassar a altura máxima da visão humana mediana de 1,5m, este sistema se adequa a armazenagem de peças que possam ser contidas em caixas plásticas e em filas fixas e específicas por tipo de material que obedeçam a um fluxo com um ponto de entrada e um de saída.

A estrutura porta-paletes trata-se de uma estrutura pesada, onde as prateleiras são substituídas por um plano de carga, constituído por um par de vigas que se encaixam nas colunas, com possibilidade de regulagem de altura. Este sistema tem 100% de seletividade, mas baixa densidade de estocagem. Os paletes são armazenados e retirados individualmente por empilhadeiras, que se movimentam através de corredores. Este método possui diversas vantagens como a possibilidade de localização e movimentação de qualquer carga sem que seja necessária a movimentação de outra. Por outro lado, ele exige um layout bem definido e pouco sujeito a mudanças. (MOURA, 1997)

O sistema de estocagem de alta elevação é o que permite maiores recursos comparados aos outros, porém a grande desvantagem está na necessidade de compra de equipamentos especiais de movimentação e armazenagem. Os corredores são limitados apenas pelo tamanho da carga ou do equipamento o que dá a este modelo uma alta densidade de carga. Além disso, utilizando-se de transelevadores a seletividade deste sistema pode chegar a 100% . (MOURA, 1997).

O Quadro 2 apresenta uma combinação de aspectos importantes de armazenagem e movimentação com os três sistemas básicos de estocagem descritos.

Sistema Adotado	Empilhamento no piso	Estrutura porta-paletes	Alta elevação
Utilização do espaço cúbico	100%	35 a 50%	75%
Uso efetivo da instalação	75%	100%	100%
Acesso aos itens	10%	100%	100%
Seletividade	1%	100%	100%
Facilidade de recolocação	Rápida	boa	excelente
Proteção às cargas	Ruim	boa	Boa
Estabilidade das cargas	Péssima	boa	Boa
Facilidade de tráfego	-	boa	Boa
Tempo de instalação	-	rápido	muito lento
Rotação do estoque	Péssima	boa	Boa

Fonte: Adaptado de Moura (1997)

Quadro 2 – Aspectos dos sistemas básicos de armazenagem

### 2.1.3 Área de Picking

A ordem de picking que representa o processo de retirada de produtos armazenados sendo solicitado pelo cliente é a operação que mais consome mão-de-obra em um armazém. Por esta razão, esta é a principal área de melhorias produtivas que os profissionais buscam atuar (TOMPKINS et al., 2003).

O processamento do picking representa cerca de 55% dos custos de uma operação em um armazém. Analisando mais profundamente este processo, chega-se a conclusão que a operação que mais consome tempo é a de movimentação, seguida pela busca do material, retirada, dentre outras. Logo, muitos dos dimensionamentos desta área são direcionados para reduzir estes tempos improdutivos (BARTHOLDI & HACKMAN, 2010).

A área de picking é onde materiais são armazenados em pequenas quantidades e de fácil acesso por parte do funcionário responsável. Por exemplo, enquanto que na área de armazenagem são usados porta-paletes, nesta área de picking devem ser usados módulos caracterizados por prateleiras. A transferência de materiais da área de armazenagem para a área de picking é chamada de reabastecimento (ROUWENHORST et al., 1999).

Ainda segundo Rouwenhorst et al. (1999) primeiramente a área total de picking deve ser dividida em zonas de picking para ser distribuída entre os funcionários responsáveis deste processo. Duas alternativas de divisão existem: As zonas paralelas ou seqüenciais. Após isto, a escolha recai sobre como será feito o picking. Se as ordens serão processadas uma por uma ou em coletas simultâneas.

O tamanho da área de picking deve ser pequeno para que o tempo de deslocamento do funcionário o seja também. É importante decidir e planejar quantos tipos de materiais será armazenado nesta área e onde serão localizados. Armazenando nesta área um material de alto

giro será vantajoso pela facilidade de acesso que ela propõe. Em caso de necessidade de reabastecimento, esta tarefa deve acontecer restritamente nos períodos em que não há atividade de picking acontecendo (KOSTER et al., 2007).

### 3. Procedimentos Metodológicos

#### 3.1 Método

O presente artigo baseia-se na elaboração de uma pesquisa-ação do processo de dimensionamento de um armazém em um operador logístico. Conforme Tripp (2005), pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática. Ou seja, este método requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa, de modo que, em maior ou menor medida, terá características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica. Ainda segundo Tripp (2005), a pesquisa-ação é um processo que segue um ciclo (ver figura 2) no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança.



Fonte: Adaptado de Tripp (2005)

Figura 2 – Ciclo da pesquisa-ação

#### 3.2 Empresa

A empresa na qual foi viabilizado este estudo trata-se de um operador logístico que busca atender a seus clientes proporcionando todas as operações pertinentes à atividade de comércio exterior, como assessoria, desembaraço aduaneiro, logística (transportes e armazenagem) e projetos especiais. A matriz está localizada em Porto Alegre – RS e possui

diversas filiais espalhadas pelo Brasil, além de estar presente também no Chile, Argentina e Uruguai.

Há aproximadamente 30 anos no mercado, esta empresa trabalha com o conceito de vendas de serviços customizados para cada cliente com alto grau de agregação de valor, o que torna extremamente importante a identificação e a consolidação de procedimentos eficientes buscando a satisfação destes.

Atualmente, é o setor de projetos desta empresa o responsável pelo processo de dimensionamento de armazéns a novos clientes. Neste setor trabalham quatro funcionários, incluindo um gerente de projetos formado em engenharia civil. Este gerente é a pessoa que recebe a demanda de armazenamento, analisa, e dimensiona o armazém conforme exigências do cliente. Este processo de dimensionamento não segue procedimentos estruturados e é feito com base nas experiências deste funcionário. Além disso, por não possuir etapas pré-definidas a serem analisadas desde a quantidade de docas necessárias até a quantidade de porta-pallets utilizados, por exemplo, diversas vezes são esquecidas áreas ou processos essenciais para um completo e ideal funcionamento do armazém.

### **3.3 Etapas**

Este estudo estará focado em reestruturar as áreas, estruturas e os modos de operação de uma área de armazenagem que abriga um cliente antigo no operador logístico conforme o ciclo de uma pesquisa-ação representado na figura 2.

Inicialmente será analisada a situação atual do cliente em questão aplicando-se um questionário (anexo 1) que aborda aspectos importantes referentes as características dos materiais armazenados, do transporte e do giro do estoque envolvido na operação. Será verificado também que tipo de estrutura em geral é utilizado e as especificações das operações lá desenvolvidas para que, comparando com a pesquisa teórica realizada, buscar otimizar a área de armazenagem e os processos deste cliente.

Após concluir a análise atual do cliente e sabendo que pontos podem ser modificados, na próxima etapa serão planejadas as alterações que impactarão positivamente tanto em características estruturais quanto em características operacionais do serviço. Estas melhorias necessariamente deverão estar embasadas no referencial teórico da pesquisa realizada.

Na etapa de execução serão realizadas as alterações planejadas na etapa anterior. Deverão ser demarcadas e sinalizadas todas as áreas utilizadas num processo de armazenagem seguindo o seu fluxo principal. Além disso, será preciso adequar as docas para o recebimento e a expedição dos materiais e disponibilizar a quantidade ideal de porta-pallets para a

operação. Conforme os dados históricos fornecidos pelo cliente, a alocação dos produtos recebidos deve respeitar a classificação ABC na qual priorizará um posicionamento otimizado com relação ao giro de estoque de cada produto, diminuindo assim, o deslocamento dos funcionários na hora da retirada destes produtos.

Realizadas as modificações, será monitorado o funcionamento da situação futura do armazém com relação aos processos de recebimento, armazenagem e expedição. O objetivo desta etapa é coletar informações a respeito da ocupação utilizada pelos produtos tanto nas áreas de entrada ou saída quanto da área de estoque bem como verificar os novos tempos de operação despendidos nestes processos.

### **3.4 Análise da situação atual**

Inicialmente foi aplicado o questionário (anexo 1) a um representante do cliente em análise. A partir dos dados coletados, pôde-se ter uma idéia daquilo que esta operação necessitava basicamente, e com isso, avançar no planejamento do armazém onde foi viabilizada a nova operação.

O cliente é uma empresa multinacional que produz diversos tipos de produtos, entre eles tintas industriais. Este produto é transportado ao Operador Logístico em três diferentes reservatórios: Galões, bombonas e containers. Os galões e as bombonas já chegam palletizados no local de descarga, ou seja, eles são unitizados em cima de estruturas de madeira (pallets) que possibilitam um fácil manuseio por equipamentos de transporte e elevação, além de possuírem um padrão nas suas dimensões de base de 1m x 1,2m. Já os containers constituem uma peça única de metal que conforme seu design possibilita também uma fácil movimentação com o mesmo tipo de equipamento além de possuir em sua base as mesmas dimensões de um pallet. Os galões são recipientes com capacidade de 18 litros distribuídos em 32 unidades por pallet que podem chegar a um peso médio de 600 kg cada pallet e atingem uma altura de 1,2m. As bombonas são reservatórios maiores que armazenam até 200 litros cada distribuídos em 4 unidades por pallet que podem pesar até 800 kg, e chegam a 1,4m. Já os containers são estruturas que possuem 2,2m e chegam a pesar mais de 1.500 kg.

Os veículos que transportam estes materiais são carretas sider com capacidade para 22 pallets que possibilitam a carga\descarga por suas laterais. Esta característica facilita a descarga/carregamento rapidamente em docas de 90° e estendidas. Eles são programados para chegarem diariamente excluindo terça-feira, e a média de chegada está em torno de 2 veículos por dia, enquanto que a média de saída é composta por 1 veículo.

A estrutura desta operação constitui em um armazém (ver figura 3) de 34 m x 45 m com um portão de acesso e três docas disponíveis, porém não utilizadas. Logo atrás destas docas está localizada uma área de movimentação utilizada para conferência de materiais com uma área de 92 m<sup>2</sup>. Dentro do armazém são disponíveis 11 ruas de porta pallets contendo cada uma 120 posições pallets além de uma área de separação de 160 m<sup>2</sup>.

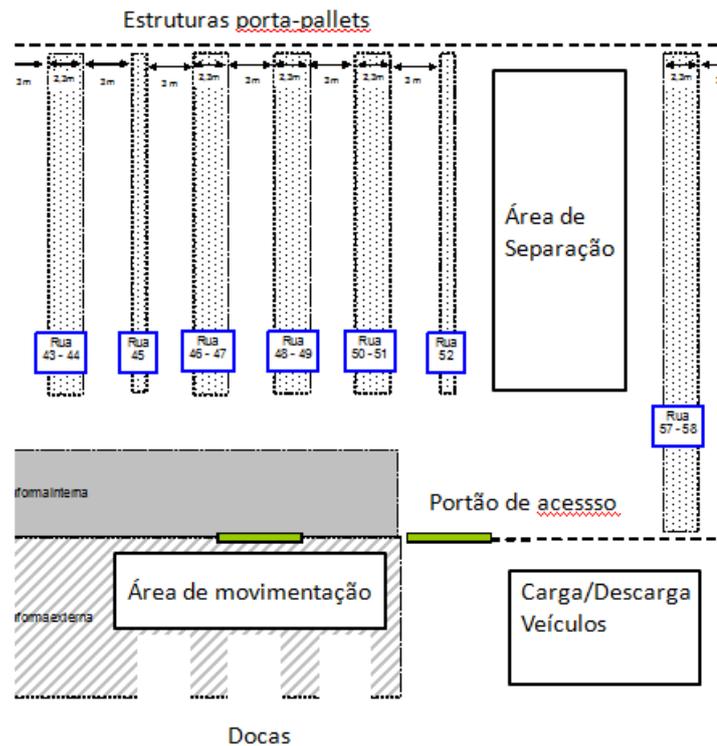


Figura 3 – Layout anterior às mudanças

A área de recebimento/expedição é compreendida entre o espaço utilizado para estacionar o veículo localizado na frente do portão principal de acesso ao armazém e a área de movimentação das docas utilizada para palletizar e conferir as cargas. O funcionário responsável pelo descarregamento de materiais retira as cargas de dentro do veículo com uma empilhadeira à combustão e as transporta para a área de movimentação em cima das docas, onde outra pessoa prepara a conferência de entrada. Esta conferência é importante para saber se os materiais recebidos que estavam programados para chegar realmente se encontram dentro dos domínios do operador logístico. Após realizada a conferência de entrada, os materiais já estão prontos para serem estocados.

Analisando o processo de estocagem constatou-se que a forma de estocagem utilizada é com pallets de madeira em estruturas porta-pallets. Este tipo de estocagem fornece boas

condições em diversos quesitos e a sua principal deficiência é a péssima utilização do espaço cúbico do armazém, conforme já representado no Quadro 2.

O sentido dos corredores e das estruturas porta-pallets está de acordo com o que Bartholdi & Hackman (2010) citam, ou seja, está posicionado paralelamente à direção do fluxo de materiais que neste caso deve ser configurado em U já que os acessos de entrada e saída se localizam no mesmo lado do armazém. As posições que minimizarão as movimentações serão em menor quantidade e estarão concentradas entre estes acessos. Vale ressaltar que a partir dos estudos realizados por Gue & Meller (2009), para armazéns que possuem estes tipos de acessos, um planejamento de corredores ortogonais ou angulados pode reduzir em até 20% o deslocamento do funcionário, porém, os custos de modificação destas estruturas já definidas é alto.

A filosofia de estocagem nesta operação é classificada como sendo de armazenagem aleatória, ou seja, os materiais que chegam são colocados em qualquer lugar disponível do porta-pallet. Com isto, este método faz com que não é necessário utilizar muito espaço físico para estocar no armazém. Em contrapartida, Larson et al falam que por ser aleatória, a estocagem destes itens exige uma maior movimentação para colocá-los ou retirá-los pois poderão estar espalhados pela área de armazenagem.

Foi verificado através de uma análise do giro de estoque em um período de três meses que a média de pallets armazenados por este cliente foi de aproximadamente 500 posições ocupadas no porta-pallet e que a ocupação máxima já estabelecida foi de 710 posições. Além disso, aplicando uma análise ABC (figura 4) de todos os itens expedidos neste mesmo período e observando a localização dos nove produtos com maior movimentação na estrutura de porta-pallets percebe-se pela figura 5 que estes itens não estavam bem posicionados devido à má escolha na filosofia de armazenagem. Vale ressaltar que nesta mesma figura as posições em branco não representam simplesmente posições vazias do porta-pallet, elas podem indicar itens de baixo giro alocado.

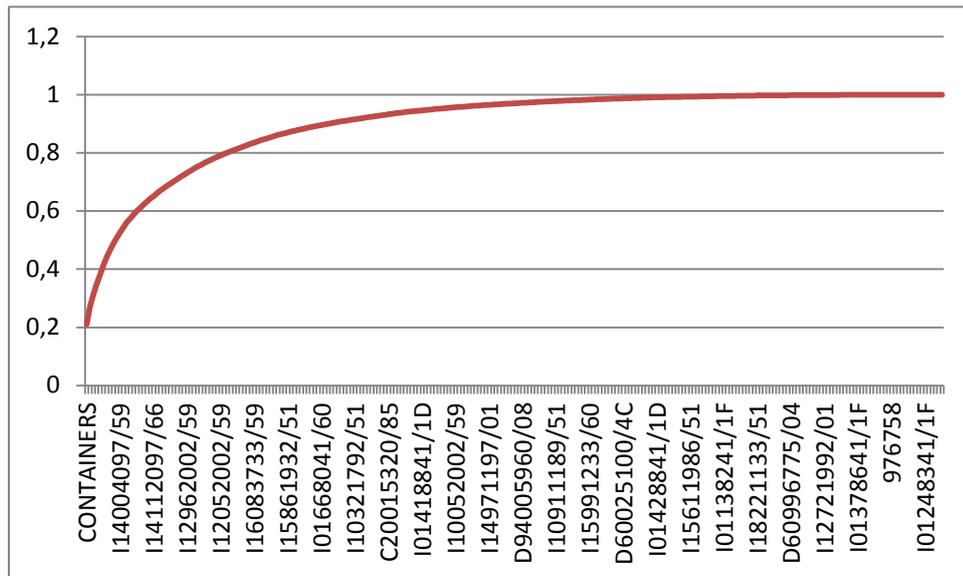


Figura 4 – Análise ABC dos itens expedidos

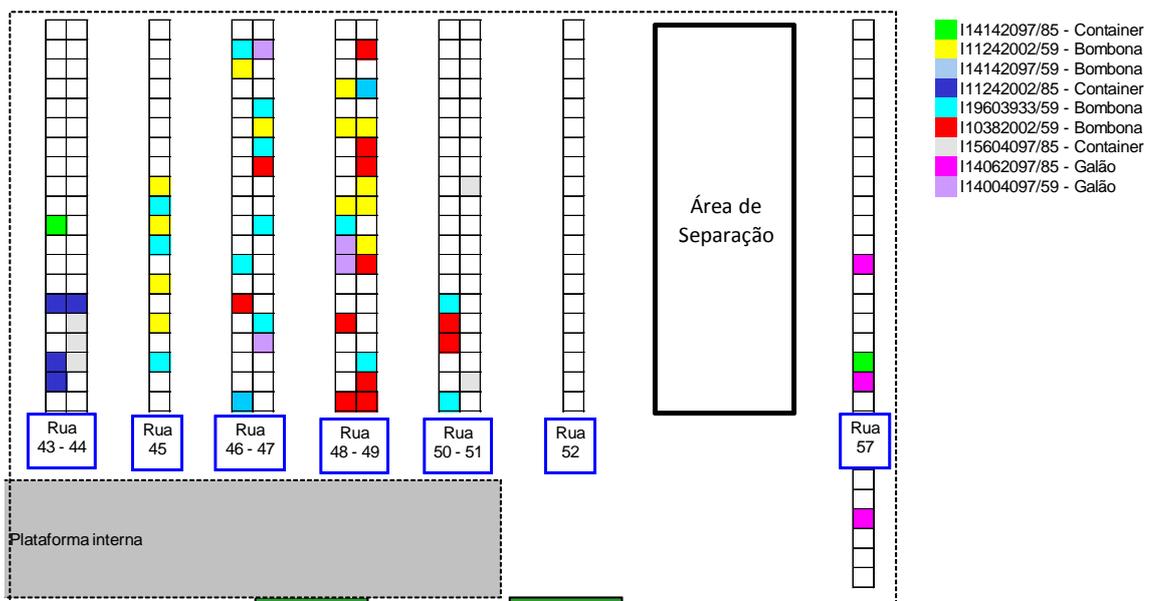


Figura 5 – Localizações dos itens com maior giro de estoque

Ainda utilizando a análise ABC realizada, foi detectado que os produtos em containers representam a grande maioria destas movimentações e estes reservatórios contam com uma peculiaridade que exige sua armazenagem no 1º andar devido ao seu peso elevado. A movimentação de expedição das bombonas ficou classificada como sendo uma movimentação de classe B, enquanto que a movimentação dos galões representa uma demanda de classe C.

## 4. Resultados

### 4.1 Planejamento das alterações

A partir do mapeamento e da realização de uma cronoanálise das atividades do recebimento (anexo 3) foi constatado que este processo estava mal planejado. Foi detectado, conforme figura 6, que era perdido aproximadamente 10% do tempo total de recebimento e conferência na transferência das cargas de onde o veículo se encontrava até a área de movimentação atrás das docas. Além disso, por ser uma área onde o carregamento de cargas expedidas também era feito, ocasionava diversos conflitos entre os veículos. Pesquisando na literatura e constatando que as docas eram ideais para este tipo de processo a idéia de receber os materiais diretamente nas docas foi implementada. Com isto a atividade de transferir a carga removida do veículo na área de carga/descarga para a área de movimentação não é mais necessária, e assim libera-se a empilhadeira de combustão para outro processo e utiliza-se paleteiras manuais com um custo bem menor neste.

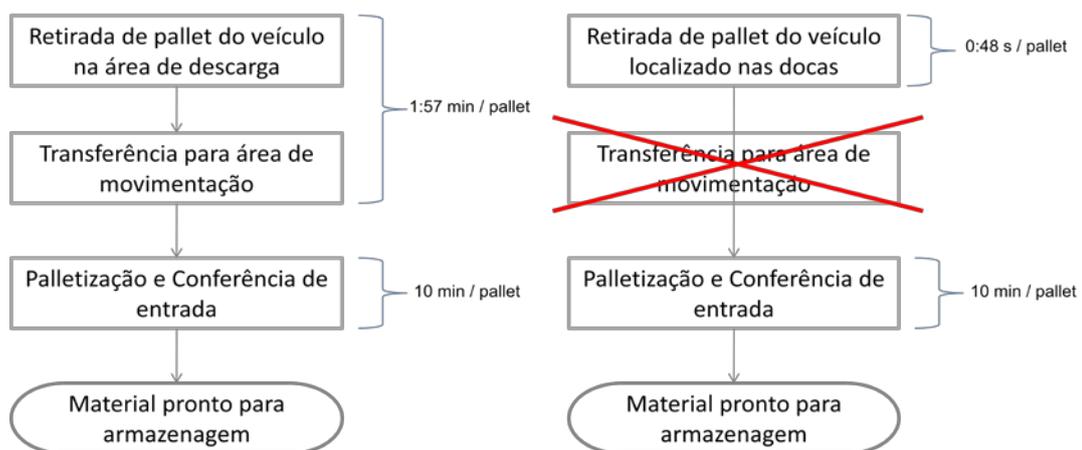


Figura 6 – Mapeamento e Cronoanálise das diferentes situações no processo de recebimento.

Utilizando a análise da fila de espera que relaciona o índice de chegada de veículos/hora com o índice de carregamento/descarregamento em veículos/hora e o número de veículos em espera foi calculado que são necessárias duas docas para receber os produtos deste cliente. Além disso, pela existência de uma programação de chegadas e saídas de veículos, logo atrás destas docas foi criada uma área de buffer com capacidade para movimentar dois carregamentos completos de carga. Esta área foi denominada de área de buffer do recebimento.

O processo de expedição que demanda menos veículos que o recebimento foi mantido onde era feito. Através do portão de acesso as cargas são transportadas da área de buffer de

expedição (antiga área de separação) para o veículo que aguarda fora do armazém. Com isto, o fluxo principal dos processos deste armazém é reconhecido e se dispõem em forma de U.

Além de determinar a orientação ideal dos corredores de movimentação da área de armazenagem deve ser calculado o número, o comprimento e a largura destes corredores. Utilizando a equação 1 de Moura (1997) com os dados no anexo 2 para, primeiramente, calcular a quantidade necessária de posições de estocagem por nível foi encontrado o valor de 22 posições. Este número corresponde a duas unidades a mais de posições em cada nível que as estruturas do armazém possuíam. Já calculando o número ótimo de porta-pallets duplos com a equação 2 o resultante foi de 5 estruturas, no qual é um número inferior de uma unidade daquilo já existente. Com estes números pôde ser utilizadas as equações 3 e 4 para se calcular a largura e o comprimento, respectivamente, que a área de armazenagem deste cliente exige. Estes números resultaram em 26,45 m e 32,45 m. Comparando a área de armazenagem disponível com os valores obtidos contata-se que esta área foi bem dimensionada e não teve a necessidade de mudanças profundas.

Se tratando do processo de armazenagem, a nova filosofia adotada foi de realizar uma armazenagem dedicada devido ao grande número de posições disponíveis a este cliente, cerca de 1.320. Além de esta filosofia diminuir consideravelmente a movimentação, ela reduziu a área necessária de armazenamento destes materiais disponibilizando para outro cliente utilizar duas estruturas porta-pallets e facilitou significadamente a acessibilidade a partir da memorização dos lugares de cada item pelo funcionário.

A ideologia da área de picking é de armazenar materiais em pequenas quantidades e de fácil acesso por parte do funcionário responsável (ROUWENHORST et AL., 1999). Conforme a idéia mencionada, isto só se aplica completamente para produtos pequenos e de fácil manuseio. Esta não é a situação que se encontra no caso estudado. Os produtos são grandes e de difícil movimentação. Porém, parte deste pensamento pode ser levado a tona em termos de facilitar o acesso a produtos de alto giro. Com isso, foi designado que a área de picking desta operação está representada em todas as posições pertencentes ao 1º andar do porta-pallets. Nestas localizações os funcionários têm disponibilidade para retirar o item sem a necessidade de primeiramente baixá-los para depois transportá-los até a área de buffer da expedição. Assim, deve ser feito o reabastecimento do picking sempre que esta área necessite de novos produtos, e este reabastecimento é programado para ser realizado nos períodos em que não há atividade de separação acontecendo.

Considerando o resultado desta análise e as restrições detectadas, foram idealizados os lugares dedicados dos onze itens representantes de 20% das movimentações neste armazém

(classe A) conforme segue na figura 7. Estes itens ficaram distribuídos em posições de picking dedicadas e localizadas perto da área de buffer de expedição, enquanto que uma categoria com o nome de outros foi criada para se armazenar o restante dos itens com baixo giro no estoque.

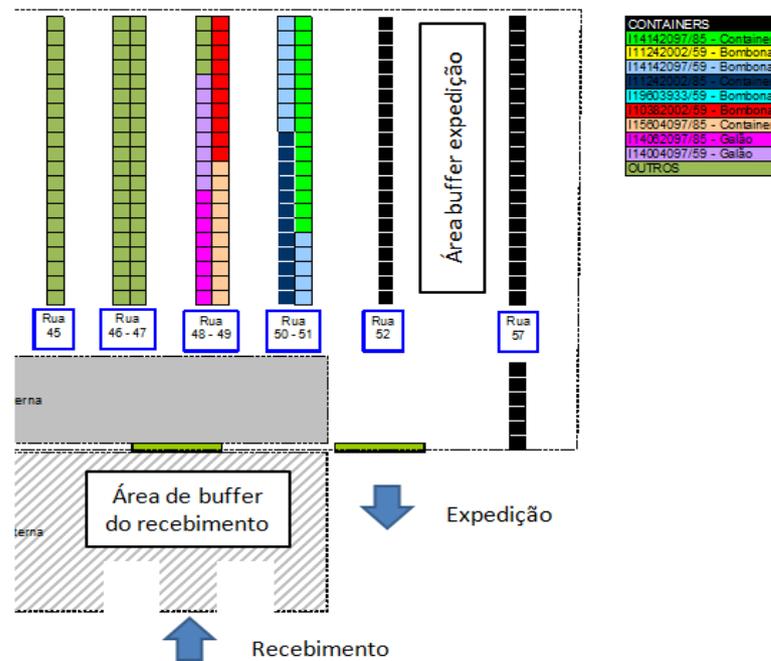


Figura 7 – Novo formato do layout com disposição dos produtos

### 4.3 Análise dos Resultados

A operação deste cliente foi monitorada aproximadamente dois meses consecutivos após as alterações realizadas tanto em estruturas como no próprio modelo operacional desenvolvido nesta área de armazenagem. Em nenhum momento constatou-se superlotação das áreas designadas tanto para recebimento quanto para expedição. Na área de recebimento isto se deve ao fato de que as docas atenderam eficientemente a demanda de veículos descarregados neste período e sua área de buffer esteve condicionada a isto.

A área de armazenagem mesmo com a redução de duas estruturas porta-pallets atendeu a quantidade de posições necessárias deste período que acabou atingindo 856, ou seja, um novo pico máximo no estoque. A partir da relação entre os tempos de processamento de pedidos antes da mudança e depois, especialmente devido à troca da filosofia de armazenagem aleatória para dedicada, concluiu-se que o tempo médio de processamento de um pedido foi reduzido em até 26% do tempo total que era realizado anteriormente.

Uma das mais importantes constatações nesta etapa de monitoramento foi a facilidade de visualização do fluxo de materiais em forma de “U” desta operação. Devido a separação da

área de recebimento da área de expedição, o resultado foi de um processo sem fluxos cruzados que poderiam causar problemas para o seguimento das atividades desempenhadas lá.

## **5. Conclusões**

Este presente artigo abordou diversos assuntos referentes às áreas, estruturas e modos de operação disponíveis para se planejar eficientemente um local de armazenagem de materiais utilizando o método de uma pesquisa-ação. A partir da caracterização teórica e da análise de cada atividade realizada em um armazém, adquiriu-se um maior conhecimento específico em relação a este complexo serviço para depois ser propostas alterações visando melhorar o processo. O modelo de raciocínio utilizado na pesquisa foi de analisar as diferentes áreas de um armazém compreendidas em recebimento, armazenagem, picking e expedição conforme o seu fluxo principal de materiais, desde as suas entradas até as suas saídas do local.

O trabalho foi realizado em um armazém de um operador logístico que presta serviços de armazenagem para um grande cliente produtor de tintas industriais. Inicialmente foram analisadas informações relacionadas aos materiais estocados, ao layout utilizado e aos processos realizados. Posteriormente esta análise foi comparada com características específicas às obtidas na teoria.

Os resultados obtidos foram favoráveis em termos de redução de tempos de operação, simplificação e padronização dos processos, além de reduzir custos da operação analisada. Foi constatado que embora o operador logístico possuía apenas conhecimentos intuitivos com projetos de armazéns, neste caso deste cliente verificado existiam diversos pontos de acordo com aquilo que foi retirado da literatura obtida. Vale ressaltar que foi possível chegar a um procedimento padrão final de criação ou modificação do projeto de um armazém. Levando em consideração todos os aspectos fundamentais de um serviço de armazenagem neste local, pôde ser constatado que existe diversas variáveis que tornam cada projeto único, o que sugere uma iteração entre estes aspectos de acordo com as exigências em cada etapa do fluxo de materiais deste serviço.

Como sugestão para trabalhos futuros um importante ponto não citado neste artigo é a influência de uma boa relação de trocas de informação entre os funcionários que trabalham em um armazém e o setor administrativo responsável. Já existem diversos sistemas adequados a esta atividade que além de fornecer informações essenciais ao setor de apoio da operação, auxiliam diretamente na armazenagem dos materiais indicando, por exemplo, onde deverá ser alocado certo produto via código de barras com coletora eletrônica. As informações

repassadas ao setor administrativo são extremamente importantes para o controle do serviço efetuado além de fornecer um histórico para futuras análises de melhorias.

## REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Bookman, 2004.
- BARTHOLDI, John J. & HACKMAN, Steven T. **Warehouse & distribution science**. The Supply Chain and Logistics Institute, Atlanta, USA (2010). Disponível em: [www.warehouse-science.com](http://www.warehouse-science.com). Acesso em 21/04/2010.
- BERGONSI, R.; LÓTICI, K.M.; DA SILVA, C.T.B. **Otimização da armazenagem de congelados em uma agroindústria**. SEGeT Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2008.
- CASTRO, Cleber Carvalho de. **Estratégias competitivas: estudos e casos**. Curitiba: Juruá, 2007.
- CORREIA, Germano Manuel. **A visão futura do armazém**. Qualilog Consultoria, 2005.
- DE KOSTER, R.; LE-DUC, T. & ROODBERGEN, K.J. **Design and control of warehouse order picking: A literature review**. European Journal of Operational Research 182 (2006).
- DORNIER, Phillippe Pierre et al. **Logística e operações globais: textos e casos**. Atlas, 2000.
- FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. Atlas, 2003.
- GERALDES, C.A.S.; CARVALHO, M.S.F. & PEREIRA, G.A.B. **A warehouse design decision model - Case study**. Engineering Management Conference, 2008. IEMC Europe 2008. IEEE International 28-30 June 2008.
- GOMES, Carlos Francisco Simões. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. Thomson, 2004.
- MOURA, Benjamim do Carmo. **Logística: Conceitos e tendências**. Centro Atlântico, 2006.
- GUE, Kevin R. & MELLER, Russell D. **Aisle configurations for unit-load warehouses**. IIE Transactions, Volume 41, Issue 3 March 2009.
- HASSAN, Mohsen M.D. **A framework for the design of warehouse layout**. Facilities Volume: 20 , Issue: 13/14 , Pages: 432 - 440 (2002).
- LARSON, T.N.; MARCH, H. & KUSIAK, A. **A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage**. IIE Transactions Volume 29, Number 4 / April, 1997.
- MOURA, R. A. **Manual de logística: Armazenagem e distribuição física, volume 2**. São Paulo: IMAM, 1997.
- RIGATTO, Carlos E. & VILLANOVA, Renata G. **Experiência de implantação de conceitos de lean manufacturing em um almoxarifado fabril**. Enegep 2006, Fortaleza, CE.
- ROUWENHORST, B.; REUTER, B.; STOCKRAHM, V.; VAN HOUTUM, G.J.; MANTEL, R.J. & ZIJM, W.H.M. **Warehouse design and control: Framework and literature review**. European Journal of Operational Research 122 (1999).
- TRIPP, D. **Pesquisa ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.
- TOMPKINS, J.A.; WHITE, J.A.; BOZER, Y.A. & TANCHOCO, J.M.A. **Facilities Planning**. John Wiley, Hoboken, NJ (2003).
- TOMPKINS, James. A. & SMITH, Jerry. D. **The warehouse management handbook**. Tompkins press (1998).

SEVERO FILHO, João. **Administração de logística integrada: Materiais, PCP e Marketig.** E-papers, 2006.

## ANEXO

### 1. Questionário

- Qual(s) o(s) tipo(s) de produto(s) a ser armazenado?
- Dimensões deste(s) produto(s)?
- Peso(s) deste(s) produto(s)?
- Carga palletizada ou não?
- Quantidade média e máxima de carga recebida por dia?
- Quantidade média e máxima de carga em estoque?
- Quantidade média e máxima de carga expedida por dia?
- Necessidade de picking?
- Tipo de veículo transportador? Quantidade de carga máxima por veículo?
- Histórico de giro dos produtos do estoque?

### 2. Dados utilizados nas equações de Moura (1997)

$w = 2,4$  m;

$L = 1,20$  m;

$h = 6$  níveis;

$K = 1320$  posições;

$a = 3$  m;

$d = 6000$  pallets/ano;

$C_h =$  Constante (R\$/m);

$C_s =$  Constante (R\$/m<sup>2</sup>);

$C_p =$  Constante (R\$/m);

### 3. Dados do recebimento

RECEBIMENTO	Retirada do veículo (tempo/pallet)	Transferência para área de mov. (tempo/pallet)	Palletização e Conferência (tempo/pallet)
	00:00:30	00:01:35	00:12:30
	00:00:52	00:01:03	00:11:05
	00:00:50	00:01:22	00:12:02
	00:00:45	00:00:58	00:09:57
	00:00:48	00:00:49	00:09:45
	00:00:50	00:01:00	00:08:56
	00:00:39	00:01:03	00:09:49
	00:00:57	00:00:56	00:10:15
	00:01:02	00:01:09	00:10:02
	00:00:43	00:01:13	00:10:39
	00:00:49	00:01:15	00:11:14
	00:00:58	00:00:59	00:09:59
	00:00:37	00:00:58	00:10:00
	00:01:05	00:01:10	00:10:45
	00:00:46	00:01:15	00:10:58
	00:00:40	00:00:59	00:09:16
	00:00:49	00:01:07	00:09:39
	00:01:09	00:01:12	00:08:50
	00:00:43	00:01:30	00:09:12
00:00:40	00:01:14	00:09:02	
00:00:38	00:01:20	00:09:00	
00:00:50	00:01:11	00:09:10	
<b>Média</b>	<b>00:00:48</b>	<b>00:01:09</b>	<b>00:10:06</b>