

Estudo de fatores relevantes para o problema de atribuição do local em armazém

Andréa Raffaella Avelar Pimentel Vila Nova (UFPE) avelarandrea20@gmail.com
Karinna Oliveira Santos (UFPE) karinnaoliveiras@gmail.com
Marcele Elisa Fontana (UFPE) marcele.elisa@ufpe.br

Resumo:

Os armazéns são responsáveis pelo manuseio e estocagem de diversos produtos, executando muitas operações, buscando sempre oferecer tempos de respostas mais curtos e margem de erros menores. Dessa forma, as atividades de armazenagem assumem um papel estratégico para as empresas, permitindo, quando bem executadas, a redução dos custos logísticos e aumento do nível de serviço oferecido ao cliente. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo dos fatores relevantes para solucionar o problema de atribuição de local de armazenamento (SLAP). Com abordagem qualitativa, a pesquisa centra-se num levantamento bibliográfico e aplicação de entrevista semiestruturada em uma empresa varejista de médio porte. Tais passos possibilitam verificar se na prática os procedimentos e critérios considerados na literatura para tratamento do problema se repetem. A análise dos resultados indicou os critérios popularidade, espaço, custo e tempo como mais relevantes na literatura, tanto para a formação de classes como para a atribuição de locais de armazenamento. No entanto, para a empresa analisada as operações de estocagem, antes realizadas de maneira aleatória, são feitas por meio do agrupamento dos produtos (classes) de acordo com seus fornecedores. Isto demonstra operações de armazenagem centradas na gestão de estoques ao invés do aumento da eficiência da separação de pedidos, como apontam estudos na literatura. Além disso, pode-se comprovar que os armazéns não são sistemas de instalações estáticos e, por isso, devem ser revisados ao demonstrar desempenhos inferiores aos esperados.

Palavras chave: Separação de pedidos, Operações de armazenagem, Unidade mantida em estoque (SKU), Abordagem qualitativa.

Survey of relevant factors to the storage location assignment problem in warehouse

Abstract

Warehouses are responsible for the handling and storage of multiple products, running many operations, always-seeking shorter response times, and smaller margin of error. In this way, the warehouse activities assume a strategic role for the companies, when well executed, it allows the reduction of logistics costs, and it increases of the level of customer service. In this context, the objective of this work was to perform a survey of the relevant factors to solve storage location assignment problem (SLAP). This research focuses on a bibliographical survey, and a semi-structured interview applied on a medium-sized retail company. These steps make it possible to verify if the procedures and criteria considered in the literature for the treatment of the exposed problem are repeated in a real case. The analysis of the results indicated the popularity, space, cost and time criteria as more relevant in the literature, both for the formation of classes and for the allocation of storage locations. However, in the studied company, the warehouse operations, previously performed in a

random way, are made by grouping the products (classes) according to their suppliers. This demonstrates warehouse operations focused on inventory management rather than increasing order picking efficiency, as literature studies indicate. In addition, it can be shown that warehouses are not static installation systems, and, therefore, they should be reviewed by demonstrating less than expected performance.

Key-words: Order picking, Storage operations, Stock Keeping Unit (SKU), Qualitative approach.

1. Introdução

No passado, a armazenagem era vista como um sistema de instalações estáticas encontradas ao longo do fluxo logístico e que adicionava ao seu funcionamento custos operacionais para as organizações, tornando-se, por muito tempo uma atividade quase que esquecida dentro das empresas (DA SILVA *et al.*, 2015).

Porém, devido às exigências do mercado, surge o interesse das empresas garantir prazos de entrega mínimos (níveis de serviço elevados para os clientes), usando o mínimo de inventário possível. Assim, a atividade de armazenagem e sua gestão tornam-se pontos cruciais para possibilitar tais objetivos e permitir, tanto quanto possível, redução dos custos logísticos (GUERRIERO *et al.*, 2013).

Nesse contexto, os armazéns passam a desempenhar um papel importante nas operações da cadeia de suprimentos e na competitividade do mercado (ATMACA & OZTURK, 2013; GU *et al.*, 2007). Tendo recebido, segundo Da Silva *et al.* (2015), um interesse considerável na literatura da gestão da cadeia de suprimentos.

A função do sistema de armazenagem é composta por um conjunto de atividades, são elas, recebimento, armazenamento, separação de pedidos e expedição (ROUWENHORST *et al.*, 2000). A atividade de separação de pedidos, por exemplo, consiste na seleção dos itens nos locais de armazenagem atendendo as ordens dos clientes (PETERSEN, 1999) e seu gerenciamento requer a organização dos pedidos e das operações de manuseio (GU *et al.*, 2007). Além disso, essa operação (ENE *et al.*, 2016) é a que consome mais tempo, capital e intensiva mão de obra e, portanto, deve ser analisada atentamente.

Neste sentido, um problema de atribuição do local de armazenamento (SLAP) consiste em encontrar uma maneira eficaz de localizar produtos em um armazém, a fim de melhorar a eficiência operacional da separação de pedidos (PAN *et al.*, 2012; PAN *et al.*, 2015). Diferentes critérios, tais como peso, volume, tamanho, demanda, entre outros, podem ser levados em consideração ao classificar e atribuir produtos as suas localidades no armazém, assim, considerar todos esses critérios simultaneamente torna difícil à atividade de seleção do melhor lugar para localizar os produtos (DA SILVA *et al.*, 2015).

Atualmente, os armazéns precisam manipular e armazenar mais produtos, executar mais e menores transações, oferecer mais personalização de produtos e serviços, apesar de terem tempos de respostas mais curtos e margem de erros menores (PETERSEN *et al.*, 2005). Assim, a separação de pedidos e a determinação dos locais de armazenamento tornaram-se desafios para o sistema de armazenagem (DA SILVA *et al.*, 2015), e para a maximização dos níveis de serviço oferecidos aos clientes.

Desta forma, uma ligação crucial entre o nível de serviço e a separação de pedidos é que quanto mais rápido uma ordem for obtida, mais cedo estará disponível para envio ao cliente, satisfazendo suas necessidades mais rapidamente. Assim, desempenhos inferiores na separação de pedidos ocasionarão níveis de serviços insatisfatórios e elevados custos

operacionais para o armazém e para a cadeia de suprimentos como um todo (DE KOSTER *et al.*, 2007).

Portanto, a definição da estratégia de armazenamento adequada possibilita uma melhor disposição dos produtos nos armazéns, vantagens significativas na separação de pedidos, na distância total percorrida, na redução dos custos associados à atividade de armazenagem e, conseqüentemente, na melhoria do serviço prestado. Assim, objetivo do trabalho é realizar o estudo dos fatores relevantes que devem ser considerados para solucionar o problema de atribuir locais aos produtos nos armazéns, para o aumento da eficiência operacional dos mesmos.

Para atender a este objetivo, além da Introdução, o trabalho é dividido em outras quatro Seções. A Seção 2 apresenta uma análise da literatura para compreensão do cenário analisado. Na sequência é apresentada a metodologia utilizada. Na Seção 4 é exposto os resultados e as discussões que foram obtidas a partir da entrevista realizada. Por último, são apresentadas as considerações finais do trabalho.

2. Referencial teórico

Esta seção apresenta uma revisão do arcabouço teórico sobre as operações realizadas em um armazém, os sistemas envolvidos na atividade de separação de pedidos, bem como as principais decisões tomadas nesta atividade e o Problema de Atribuição do Local de Armazenamento (SLAP), destacando pontos que são de suma importância para a compreensão do problema proposto.

2.1 Operações de armazenagem

A armazenagem é considerada uma das atividades de apoio ao processo logístico, de alto custo, porém importante para o atendimento aos requisitos do cliente. Segundo Pozo (2010, p.11), operações de armazenagem são as atividades que apoiam o desempenho das atividades logísticas primárias, propiciando sucesso às empresas através da manutenção e conquista de clientes com pleno atendimento do mercado e remuneração satisfatória para os acionistas. Vieira *et al.* (2008) acrescentam que sua responsabilidade é manusear e manter a qualidade do produto desde a sua chegada ao armazém até o atendimento integral do pedido do consumidor ao menor custo possível.

A estocagem é a principal função do armazém e se preocupa com a organização das mercadorias no depósito para alcançar alta utilização do espaço nas três dimensões (comprimento, largura e altura) e facilitar o manuseio eficiente de materiais. A função de estocagem pode ser moldada por três decisões fundamentais: a frequência e o momento em que o inventário é reabastecido, onde as unidades mantidas em estoque (SKUs - *Stock Keeping Units*) são estocadas no armazém e onde deve ser distribuída e movida entre as diferentes áreas de armazenamento (GU *et al.*, 2007).

Atualmente, os armazéns são reconhecidos como uma área onde se encontra os problemas mais importantes e custosos para as empresas (ATMACA & OZTURK, 2013), assim gerenciado de forma eficiente e eficaz torna-se um elemento crítico para proporcionar vantagens competitivas (LÓPEZ-SOTO *et al.*, 2017), pois um sistema de armazenagem ineficiente pode exigir altos custos em sua gestão, além de interferir diretamente no nível de serviço oferecido aos clientes (KUO *et al.*, 2016).

De acordo com ROUWEHORST *et al.* (2000), o fluxo de itens através do armazém pode ser dividido em vários processos distintos, que são:

- a) Recepção: É o primeiro processo encontrado por um item que chega. Nessa etapa, os produtos podem ser verificados ou transformados e aguardar o transporte para o processo seguinte;
- b) Estocagem: Os itens são alocados para locais de estocagem. Existem várias políticas de armazenagem que prescrevem a decisão de localização desses itens;
- c) Separação de pedidos: Refere-se à recuperação dos itens de seus locais de armazenamento para satisfazer as necessidades dos clientes, podendo ser realizada manualmente ou (parcialmente) automatizada. Em sucessão, esses itens podem ser transportados para o processo de triagem e/ou consolidação; e
- d) Expedição: Nesse processo, as encomendas são verificadas, embaladas e eventualmente carregadas em caminhões, trens ou qualquer outro meio de transporte.

Recursos como espaço, mão de obra e equipamentos precisam ser alocados entre os diferentes processos do armazém e cada processo precisa ser cuidadosamente implementado, operado e coordenado para atingir os requisitos de capacidade, taxa de transferência e nível de serviço a custos mínimos (GU *et al.*, 2007).

Em termos de custos operacionais totais em um armazém, cerca de 55% é resultante das operações de separação de pedidos, sendo assim, considerada como a atividade mais cara no contexto dos armazéns e mais intensiva em mão de obra (DE KOSTER *et al.*, 2007). Assim, devido à sua relação aos custos mais altos, tal operação é amplamente estudada na literatura para minimizar os níveis de tempo de serviço (ENE *et al.*, 2016).

2.2 Problema de atribuição do local de armazenamento (SLAP)

Dentro de um armazém, os itens (SKUs) são atribuídos para locais de armazenamento e a atribuição desses locais influencia significativamente na capacidade de armazenamento, no rastreamento do inventário e na separação de pedidos (GU *et al.*, 2007). Vários fatores afetam a atividade de atribuir locais de armazenagem, tais como o método de separação de pedidos, o sistema de manuseio de materiais, características do produto, demanda, taxas de rotatividade e requisitos de espaço (CHAN & CHAN, 2011).

Assim, o Problema de Atribuição do Local de Armazenamento (SLAP – *Storage Location Assignment Problem*) corresponde à atribuição das SKUs aos locais disponíveis de armazenagem, a fim de promover melhor utilização dos espaços e reduzir custos de manuseio de materiais (VAN DEN BERG & ZJIM, 1999; GU *et al.*, 2007).

Contudo, antes de atribuir locais as SKUs no armazém, é importante definir o tipo de política de estocagem adotada. Hausman *et al.* (1976 *apud* Li *et al.*, 2008), afirmam que as políticas de estocagem geralmente caem em três categorias: de estocagem aleatória, de estocagem dedicada ou fixa e de estocagem baseada em classes. A estocagem aleatória implica que os itens são aleatoriamente atribuídos a um único local para todo o horizonte de planejamento, resultando em rotas de separação de pedidos mais longas (PETERSEN, 1999). Já na estocagem dedicada cada local só pode ser usado para um produto específico, portanto, cada item tem sua própria classe de alocação (VAN DEN BERG, 1999). Por fim, de acordo com Guerriero *et al.* (2013), em geral, na estocagem baseada em classes os itens serem divididos em classes e atribuído a uma área do armazém de forma dedicada. Em síntese, a estocagem aleatória e dedicada são casos extremos da política de estocagem baseada em classes. Na estocagem aleatória todos os itens formam uma única classe, já a dedicada tem cada um dos n itens atribuídos a uma classe separada (LI *et al.*, 2008).

A escolha inadequada da regra de atribuição de localização dos itens resultará em políticas de atribuição de locais de armazenamento inadequadas, implicando em aumento de custos e

atividades de armazenagem ineficientes (DA SILVA *et al.*, 2015). Portanto, a definição da estratégia de armazenamento adequada possibilita uma melhor disposição dos produtos nos armazéns, vantagens significativas na separação de pedidos, menor distância total percorrida, redução dos custos associados à atividade de armazenagem e, conseqüentemente, na melhoria do serviço prestado.

3. Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa é descritiva e exploratória. A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que se deseja pesquisar (TRIVIÑOS, 1987). Já a exploratória proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2007).

Ao abordar a principal função do armazém, a atividade de armazenagem, foi dado foco especial ao típico problema de planejamento em armazéns (VAN DEN BERG & ZIJM, 1999) – o problema de atribuição do local de armazenamento.

A fim de fornecer os instrumentos necessários para a realização de um estudo qualitativo, a pesquisa foi implementada através de uma análise da bibliografia recente, através das seguintes bases de dados *ScienceDirect* e *Web of Science* e a realização de um estudo de caso. Tais passos possibilitaram a comparação dos fatores e critérios relevantes ao SLAP, permitindo verificar se na prática (caso real) se repete os procedimentos e critérios considerados na literatura.

Para o estudo de caso, a coleta de dados se deu por meio do uso de uma entrevista semiestruturada voltada ao gerente do armazém de uma empresa varejista de médio porte. O questionário com perguntas abertas foi elaborado de acordo com a análise da literatura recente que levanta os fatores relacionados ao SLAP. Desta forma, foi buscado o entendimento das operações de armazenagem da empresa e se a mesma aplica os fatores levantados da literatura nas três etapas do SLAP. Com autorização do entrevistado, o áudio foi gravado para obtenção de informações importantes que poderiam passar despercebidas no momento da entrevista.

Escolhida como principal técnica de pesquisa utilizada neste estudo, as entrevistas permitem a extração de dados e informações que não podem ser encontrados em registros ou fontes documentais, podendo estes ser fornecidos por determinadas pessoas (JÚNIOR & JÚNIOR, 2011). Assim, justifica-se seu uso para obtenção das informações a respeito das atividades de estocagem da empresa estudada.

3.1. Descrição do estudo de caso

O estudo foi realizado em uma empresa varejista no setor de materiais para construção civil localizada em uma cidade do interior Pernambucano. Com 15 anos de atuação, esta organização possui mais uma filial no interior do referido estado e visa tornar-se a maior loja nesse setor através da excelência e competência no atendimento.

Para isso, os gestores identificam como um dos pontos importantes os procedimentos adotados para estocagem dos produtos. Com uma área de aproximadamente 6000m², dividida em cinco quadras com diferentes tamanhos, o armazém estudado caracteriza-se principalmente como tipo 2D, contando com uma pequena parcela de prateleiras baixas e de fácil acesso para o armazenamento de produtos menores.

Atualmente, o gerente do armazém afirma que a política de estocagem adotada se adequa as necessidades da empresa. Definidas para apoiar o *layout*, as regras de atribuição de local de armazenamento atuais oferecem menores índices de perdas de mercadorias quando

comparadas a forma de estocagem aleatória, utilizada anteriormente para armazenar os produtos.

Em média, o armazém recebe por dia cinco caminhões. A empresa possui planos de expandir seus serviços atuando com a distribuição de seus produtos. Para isso, investimentos serão necessários para adequar as instalações físicas do armazém a uma estrutura de centro de distribuição. É justamente nesse ponto, estrutura de armazenamento, que o gerente da área demonstra maior insatisfação.

No momento em que o departamento de compras realiza sua função, um pedido é gerado e, posteriormente, utilizado na conferência dos produtos que chegam ao armazém. Após essa primeira etapa, os funcionários identificam os fornecedores e etiquetam os produtos destinando a eles um local, desconsiderando a preocupação com o nível de serviço oferecido ao cliente. Com isso, a atividade de estocagem pode ser iniciada.

Os produtos que já chegam vendidos de fábrica ficam retidos na área de recebimento do armazém. Desta forma, a empresa realiza a operação de *cross-docking*, dispensando a armazenagem e atendendo mais rapidamente seus clientes. A estocagem e recuperação dos produtos de seus locais de armazenamento podem ser realizadas manualmente ou através de empilhadeiras para manusear produtos que possuem um peso maior.

4. Resultados e discussões

Nesta Secção serão apresentadas as etapas do SLAP a partir da abordagem qualitativa desenvolvida nessa pesquisa, que são:

- (a) **As políticas de estocagem:** a primeira etapa para solucionar o SLAP consiste na atribuição das SKUs nas políticas de estocagem (aleatória (PEA), dedicada (PED) ou baseada em classes (PEBC)). Suponha que existam três SKUs no armazém, $A = \{a, b, c\}$, as alternativas possíveis de estocagem serão: $1 = \{[a], [b], [c]\}$ (PED), $2 = \{[a+b], [c]\}$ (PEBC₁), $3 = \{[a], [b+c]\}$ (PEBC₂), $4 = \{[a+c], [b]\}$ (PEBC₃), $5 = \{[a+b+c]\}$ (PEA). Note que as soluções no SLAP são atingidas por meio da combinação das diferentes agregações ou não de SKUs em classes, caracterizando um problema NP-Complexo. Métodos determinísticos e heurísticos estão presentes na literatura, porém, os métodos heurísticos se mostram mais adequados.
- (b) **Atribuição do local de estocagem:** Depois de definidas as políticas de estocagem, com exceção da aleatória, deve-se definir o local para cada SKU ou classe delas dentro do armazém. Para o mesmo caso anterior, uma política dedicada $\{[a], [b], [c]\}$ poderia receber mais 05 maneiras diferentes de ordenação (localização) no armazém, que são: $\{[a], [c], [b]\}$, ou $\{[b], [a], [c]\}$, ou $\{[b], [c], [a]\}$, ou $\{[c], [a], [b]\}$, ou $\{[c], [b], [a]\}$. Normalmente isto envolve uma ordenação com base em algum critério ou algoritmo. Cada critério vai originar uma possibilidade, em que se destacam: popularidade, volume, densidade, *cover-per-order index* – COI, etc. (GUERRIERO *et al.*, 2013). No caso de algoritmos é possível que todas estas soluções sejam consideradas alternativas (determinístico) ou um subconjunto delas (heurística).
- (c) **Avaliação das alternativas de atribuição e localização de armazenamento (SLA):** A simples alteração da ordem das SKUs, todos na mesma política (ex. dedicada), geram diferentes índices de desempenho no armazém (eficiência) e precisam ser consideradas no SLAP. Logo, é comum, por meio de métodos de otimização, heurísticas ou multicritério, a consideração de um ou mais objetivos para avaliar todas as políticas de estocagem (etapa a) e sua ordenação (etapa b). Lembrando que a depender do algoritmo usado, as etapas b e c são feitas de uma única vez. Além disso, quando se faz uso apenas da política dedicada, por exemplo, a etapa c pode ser desprezada.

Muitos autores usam a análise combinatória para simular n alternativas e avaliá-las em um processo comparativo, não havendo critérios ou características observadas para a definição da localização. Contudo, destaca-se o fato de no levantamento bibliográfico 65% dos trabalhos aplicarem suas metodologias em armazéns tipo 2D e 80% utilizam a simulação de cenários para abordar o SLAP. Porém, todos os trabalhos analisados abordam de forma quantitativa o SLAP.

Além disso, cerca de 50% dos estudos analisados fazem uso da política de estocagem baseada em classes para alocar os produtos dentro das áreas de armazenagem. A partir da análise da literatura, constatou-se a ausência, na maioria dos casos, de explicitação dos critérios de avaliação utilizados para a formação destas classes de produtos, ou seja, a definição de como cada produto pertencerá a uma determinada classe. Por esse motivo e, por muitas vezes, esses critérios serem os mesmos adotados na etapa 2 do SLAP.

4.1 Definição das políticas de estocagem

A empresa estudada realiza as operações de estocagem agrupando os produtos de acordo com seus fornecedores. A cada fornecedor da empresa uma área do armazém é predeterminada, indicando que produtos de um mesmo fornecedor serão atribuídos a uma mesma área de estocagem. Tal forma de estocagem dos produtos pode ser entendida como baseada em classes, sendo os fornecedores o único critério de definição dos produtos a cada classe. A lista dos n fornecedores que a empresa possui resulta nas n classes contidas no armazém e, conseqüentemente, nas n áreas distintas de estocagem.

Porém, apesar da política de estocagem baseada em classes ser a predominante na atribuição de locais aos produtos da empresa, a quadra destinada aos revestimentos faz uso de uma política de estocagem diferente. Esse tratamento é dado pelo fato da empresa o achar mais adequado a um segmento de produto que não possui uma alta taxa de giro. Assim, esses produtos são alocados de forma aleatória independentemente de seus fornecedores, considerando apenas a disponibilidade de espaço da quadra.

Comparando os resultados da pesquisa da primeira etapa do SLAP, pode-se perceber que a política de estocagem usada predominantemente no caso real (baseada em classes) assemelha-se a política de estocagem mais adotada nos trabalhos analisados. A política de estocagem baseada em classes para muitos autores apresenta-se como uma das mais eficazes no desempenho de suas metodologias, por permitir redução dos custos de manuseio de materiais e alta utilização do espaço de estocagem, porém esta política pode apresentar dificuldades quanto à determinação de onde cada produto será armazenado, sendo necessário definir o local para cada SKU.

4.2 Definição da localização da SKUs

A Tabela 1 mostra um compilado dos critérios mais usados pelos autores para atribuir locais de armazenamento às SKUs. Os critérios são ranqueados pela maior frequência de utilização na literatura analisada e a identificação dos critérios obedeceu à nomeação dada pelos autores.

Ranque	Crítérios
1	Espaço e popularidade
2	Custo e tempo
3	Distância percorrida
4	Demanda, contribuição marginal e cliente
5	EQ, EN, QI, IK
6	Peso, volume da SKU, volume de negócios e tamanho da SKU

Fonte: Autor (2017)

Tabela 1 Ranque dos critérios

Os algoritmos de otimização, as heurísticas, as abordagens multicritérios e os índices COI, COIC e CIC foram os métodos mais utilizados na literatura para resolução desta segunda etapa do SLAP. Esta etapa pode ser desprezada no uso da política de estocagem aleatória ou, ainda, realizada conjuntamente com a terceira etapa do SLAP (avaliação das alternativas) a depender do algoritmo utilizado.

Já no estudo de caso não foram identificados procedimentos utilizados pela empresa para a definição de locais ótimos de estocagem tanto para a localização das classes de produtos, quanto para os produtos dentro de suas classes. Nesse caso, para a empresa a segunda etapa do SLAP não está associada à aplicação de métodos numéricos básicos ou complexos, mas sim à experiência e conhecimento do gestor do armazém para analisar possíveis índices que possam estar diretamente associados ao desempenho do armazém, podendo fornecer opções de estocagem mais eficientes.

De acordo com a empresa analisada, os produtos mais demandados dentro do armazém necessitam de uma área de armazenamento maior, facilitando a atividade de estocagem e expedição, permitindo rapidez e fluidez nessas operações. Assim, estes produtos são considerados pela empresa estudada no momento de designação das áreas de estocagem para cada fornecedor. Nesse sentido, a demanda é o critério utilizado para estabelecimento de local a cada classe de produtos, designando locais no armazém que facilitem a estocagem e a separação desses produtos.

Dentro das áreas destinadas a cada fornecedor, os produtos não são alocados de forma aleatória. A atribuição do local de armazenamento aos produtos dentro de suas classes segue o critério de segmentação. Assim, uma empresa fornecedora de pisos, tubos, conexões e rejuntas terá locais dedicados a cada um desses quatro segmentos dentro de sua área predeterminada no armazém.

Em síntese, a empresa não faz uso de nenhum método ou procedimento que busque uma designação mais adequada das áreas de armazenagem aos produtos, otimizando o tempo e/ou a distância percorrida no armazém, por exemplo. Utilizando apenas os critérios de demanda e segmentação dos produtos para estabelecer os locais de armazenagem.

4.3 Avaliação dos locais de armazenagem

Dado que para as políticas de estocagem dedicada e baseada em classes, a ordenação (localização) dos produtos no armazém é definida com base em algum critério. Mudanças nos critérios considerados permitem a alteração da ordem de alocação das SKUs e, conseqüentemente, do desempenho do armazém.

Dessa forma, muitos autores avaliam as alternativas possíveis de atribuição e alocação de armazenagem, a fim de optar pela melhor alternativa dentre as viáveis. Os métodos aplicados nesta etapa do SLAP objetivavam minimizar um ou mais dos seguintes pontos: os custos de estocagem, a distância percorrida no armazém, o espaço requerido e o tempo nas atividades de armazenagem e separação de pedidos.

Na prática, muitas empresas, especialmente as que operam com poucas SKUs em seus armazéns, não realizam a avaliação das alternativas de estocagem. Esta etapa do SLAP exige a consideração de um ou mais objetivos de estocagem e sua ordenação, necessitando da aplicação de métodos de otimização, heurísticas ou multicritério.

A partir da análise, observou-se que após a definição das políticas de estocagem, dos critérios considerados e dos locais de armazenagem, a empresa não aplica a forma de avaliação das alternativas de atribuição e localização dos produtos que se fazem presentes na literatura.

Além disso, destaca-se o fato de que algumas organizações que se dispõem a verificar sua forma de alocação, realizam a substituição da abordagem de otimização defendida na literatura, por análises no próprio desempenho do armazém a partir de algumas alterações realizadas. Por exemplo, a consideração de novos critérios para atribuir locais aos produtos, mudanças na forma de armazenagem de algumas SKUs, ou até mesmo da política de estocagem utilizada como um todo, analisando no fim destas alterações a eficiência do armazém a fim de escolher as opções que oferecem melhor desempenho nas operações de armazenagem.

A fim de levantar outras possíveis alternativas de atribuição do local de armazenamento que possam se adequar as características dos produtos e do armazém estudado, o gerente ao ser perguntado listou as seguintes opções:

- a) Utilizar a política dedicada usando como critério relevante a segmentação dos produtos. Assim, os produtos seriam alocados a uma área fixa do armazém de acordo com o seu segmento, independentemente de seus fornecedores. Agindo dessa forma o armazém seria pulverizado e necessidades de maiores espaços de estocagem poderiam surgir;
- b) Alterar a forma de alocação da quadra dos revestimentos para política de estocagem dedicada, estabelecendo locais aos itens de acordo com suas demandas; e
- c) Concentrar fornecedores que possuem produtos com alto giro de saída em quadras maiores e fornecedores menos demandados em quadras menores.

Optar entre uma ou mais alternativas de estocagem citadas acima, ou simplesmente manter a política de estocagem atual da empresa, resultará em diferentes desempenhos na eficiência das operações de armazenagem. Cabe à empresa em estudo escolher qual alternativa irá dispor melhor seus produtos nos espaços de estocagem trazendo, por exemplo, vantagens significativas na redução do tempo e do custo associado a essa atividade.

5. Considerações finais

Com o mercado global exigindo prazos de entrega mínimos e margem de erros menores, as empresas passaram a se preocupar cada vez mais com a gestão das operações de armazenagem para se manterem competitivas e lucrativas. Dessa forma, destaca-se a necessidade de um sistema de armazenagem eficiente para dispor locais adequados aos produtos no armazém e permitir, tanto quanto possível, vantagens significativas na redução dos custos logísticos e no aumento dos níveis de serviços oferecidos aos clientes.

Vários critérios podem ser considerados ao classificar e atribuir localização aos produtos no armazém, tornando complexas decisões dessa natureza. Nesse contexto, este trabalho levantou os fatores relevantes ao problema de atribuição do local de armazenamento por meio de uma investigação na literatura e um estudo de caso.

A política de estocagem baseada em classes se destacou como sendo a atual forma de estocagem da empresa e é utilizada em cerca de metade das metodologias dos trabalhos analisados. Porém, isso não significa dizer que essa seja de fato a forma mais eficiente de atribuir locais aos itens no armazém, uma vez que, a mesma não se propõe a isso. Não caracteriza seu escopo definir o local dos itens, sendo essa decisão baseada em vários fatores. Além de caber às empresas analisarem suas próprias operações de armazenagem e definirem a política que mais se adequa a sua realidade e objetivos.

Tais argumentos também são válidos para a atribuição de localização das SKUs ou de suas classes. A literatura indica variados critérios a serem considerados nessa etapa. Contudo, a consideração simultânea desses critérios dificulta a atividade de localização dos itens, fazendo com que muitas empresas adotem apenas um único critério para atribuir itens aos seus locais

de estocagem e sem aplicação das etapas presentes no SLAP para maximização ou minimização de um conjunto de objetivos, porém pode-se fazer uso de métodos de decisão multicritério para incorporar esses vários atributos, que muitas vezes são conflitantes.

Com o estudo de caso, foi possível identificar a utilização dos critérios de demanda e o de segmentação dos produtos para alocação dos mesmos dentro de suas classes. A consideração de mais critérios em cada uma dessas etapas exigiria da empresa centralização de esforços para identificar os quais devem ser escolhidos e como pode ser encontrada uma localização adequada dentre as possíveis.

Como identificado no estudo, a empresa não faz uso de nenhum método ao atribuir locais de armazenagem aos seus produtos. Tal forma de estocagem pode deixar de oferecer melhorias significativas em suas operações de armazenagem, pois nenhum índice ou procedimento mais elaborado é utilizado nesta atividade. A literatura indica o uso de métodos heurísticos, de multicritérios ou de otimização para uma designação mais adequada aos locais de estocagem dos produtos, permitindo que sejam considerados objetivos que minimizem, por exemplo, o tempo e a distância percorrida em um armazém a fim de aumentar a eficiência operacional das atividades de separação de pedidos.

O armazém analisado adotava a política de estocagem aleatória. Hoje, esta política é reservada apenas para a quadra dos revestimentos, sendo assim, predominante o uso da política de estocagem baseada em classes nas atividades de armazenagem da empresa.

No caso de pequenas e médias empresas que não operam com um grande quantitativo de SKUs, ou que não possuem recursos para a realização de estudos mais elaborados, as etapas de localização e avaliação das alternativas são realizadas na prática observando indicadores relacionados à eficiência do armazém. Essa questão intimida algumas empresas a realizarem essa adaptação à terceira etapa do SLAP pelo fato de requerer mudanças nas regras de armazenagem, sendo que tais mudanças podem não serem bem vistas por necessitarem de tempo de implementação e disciplina dos funcionários.

Finalmente, como sugestão de futuros trabalhos deixa-se o levantamento dos objetivos e critérios envolvidos no SLAP por meio de um estudo de casos múltiplos, a fim de delimitar uma família de critérios mais robusta considerada nas operações de armazenagem das empresas.

Referências

- ATMACA, E.; OZTURK, A.** *Defining order picking policy: A storage assignment model and a simulated annealing solution in AS/RS systems.* Applied Mathematical Modelling. v. 37, p. 5069–5079, 2013.
- CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K.** *Improving the productivity of order picking of a manual-pick and multi-level rack distribution warehouse through the implementation of class-based storage.* Expert Systems with Applications. v. 38, p. 2686–2700, 2011.
- DA SILVA, D. D.; DE VASCONCELOS, N. V. C.; CAVALCANTE, C. A. V.** *Multicriteria Decision Model to Support the Assignment of Storage Location of Products in a Warehouse.* Mathematical Problems in Engineering. v. 2015, Article ID 481950, 2015. doi: 10.1155/2015/481950.
- DE KOSTER, R.; LE-DUC, T.; ROODBERGEN, K. J.** *Design and control of warehouse order picking: A literature review.* European Journal of Operational Research. v. 182, p. 481–501, 2007.
- ENE, S.; KÜÇÜKOĞLU, I.; AKSOY, A.; OZTÜRK, N.** *A genetic algorithm for minimizing energy consumption in warehouses.* Energy. v. 144, p. 973 – 980, 2016.
- GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F.** *Research on warehouse operation: A comprehensive review.* European Journal of Operational Research. v. 177, p. 1–21, 2007.

- GUERRIERO, F.; MUSMANNO, R.; PISACANE, O.; RENDE, F.** *A mathematical model for the Multi-Levels Product Allocation Problem in a warehouse with compatibility constraints.* Applied Mathematical Modelling. v. 37, p. 4385–4398, 2013.
- JÚNIOR, A. F. de B.; JÚNIOR, N. F.** *A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos.* Evidência. v. 7, p. 237–250, 2011.
- KUO, R. J.; KUO, P. H.; CHEN, Y. R.; ZULVIA, F. E.** *Application of metaheuristics-based clustering algorithm to item assignment in a synchronized zone order picking system.* Applied Soft Computing. v. 46, p. 143–150, 2016.
- LI, M.; CHEN, X.; LIU, C.** *Pareto and Niche Genetic Algorithm for Storage Location Assignment Optimization Problem.* The 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control, 2008.
- LÓPEZ-SOTO, D.; ANGEL-BELLO, F.; YACOUT, S.; ALVAREZ, A.** *A multi-start algorithm to design a multi-class classifier for a multi-criteria ABC inventory classification problem.* Expert Systems With Applications. v. 81, p. 12-21, 2017
- PAN, J. C.; SHIH, P.; WU, M.** *Storage assignment problem with travel distance and blocking considerations for a picker-to-part order picking system.* Computers & Industrial Engineering. v. 62, p. 527–535, 2012.
- PAN, J. C.; SHIH, P.; WU, M.; LIN, J.** *A storage assignment heuristic method based on genetic algorithm for a pick-and-pass warehousing system.* Computers & Industrial Engineering. v. 81, p. 1–13, 2015.
- PETERSEN, C. G.** *The impact of routing and storage policies on warehouse efficiency.* International Journal of Operations & Production Management. v. 19, p. 1053-1064, 1999.
- PETERSEN, C. G.; SIU, C.; HEISER, D. R.** *Improving order picking performance utilizing slotting and golden zone storage.* International Journal of Operations & Production Management. v. 25, p. 997-1012, 2005.
- POZO, H.** *Administração de recursos materiais e patrimoniais - Uma abordagem logística.* 6.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- 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. v. 122, p. 515-533, 2000.
- TRIVIÑOS, A. N. S.** *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.* São Paulo: Atlas, 1987.
- VAN DEN BERG, J. P.** *A literature survey on planning and control of warehousing systems.* IIE Transactions. v. 31, p. 751-762, 1999.
- VAN DEN BERG, J. P.; ZIJM, W. H. M.** *Models for warehouse management: Classification and examples.* International Journal of Production Economics. v. 59, p. 519-528, 1999.
- VIEIRA, J. G. V.; BRAGA, L. M.; PIMENTA, C. M.** *Gestão de armazenagem em um supermercado de pequeno porte.* Revista P&D. v.8, p. 55-77, 2008.