

# Proposição de método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém

## *Method proposition to set the pallet positions designated to fractioned picking orders in a warehouse*

Caroline Morito Pereira<sup>1</sup> - Univ. Est. de Campinas - Fac. de Engenharia Mecânica - Dep. de Eng. de Manuf. e Materiais  
Rosley Anholon<sup>2</sup> - Univ. Est. de Campinas - Fac. de Engenharia Mecânica - Dep. de Eng. de Manufatura e Materiais  
Antonio Batocchio<sup>3</sup> - Univ. Est. de Campinas - Fac. de Engenharia Mecânica - Dep. de Eng. de Manufatura e Materiais

**RESUMO** Os processos de armazenagem têm adquirido elevada importância no cenário das cadeias de abastecimentos que demandam um melhor desempenho dos armazéns em organizar os bens de modo a atingir alta utilização do espaço físico e facilitar a movimentação. Dimensionar os estoques e posicionar os itens de forma estratégica conduz a uma melhor eficiência nos processos de separação de pedidos e atendimento ao cliente. Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo propor um método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém, de acordo com critérios baseados em popularidade e frequência de giro dos produtos. Este método será apresentado por meio de um estudo de caso e, de acordo com os resultados obtidos, os paletes serão posicionados no armazém e medidos os ganhos em termos de produtividade de separação de pedidos e redução de posições de armazenagem. As pesquisas nesta temática têm crescido rapidamente nos últimos anos, porém combinações de dimensionamentos com classificação de itens não se apresentam tão explorados. Desta forma, acredita-se que os resultados deste estudo possam contribuir para futuras pesquisas.

**Palavras-chave** Dimensionamento de estoques. Posicionamento de itens em um armazém. Melhorias nos processos de armazenagem.

**ABSTRACT** *Storage processes have acquired great importance in the modern supply chain, which demands better performance by warehouses in organizing goods in order to achieve high utilization of physical space and to facilitate the movement of materials. Sizing the storage area and organizing items strategically in storage positions ensures better efficiency in picking processes and customer service. In this context, this study aims to propose a method for defining the positions of pallets assigned to fractioned picking orders in a warehouse according to criteria based on popularity and turnover of the products. This method will be presented in a case study, and the pallets will be positioned in the warehouse in accordance with the results obtained. The gains in terms of order picking productivity and optimization of storage positions will then be measured. Research in this area has grown rapidly in recent years, but the combination of sizing items and classifying these items has not been closely explored. Thus, it is believed that the results could contribute to future research, bridging academic researchers and warehouse professionals.*

**Keywords** *Inventory sizing. Positioning items in a warehouse. Improvements in storage processes.*

1. R. Mendelejev, n. 200, CEP 13083-860, Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo, Campinas - SP, rosley@fem.unicamp.br  
2. carolinemp.producao@gmail.com  
3. batocchi@fem.unicamp.br

PEREIRA, C. M.; ANHOLON, R.; BATOCCIO, A. Proposição de método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 4, out-dez/2016, p. 231-247.

DOI: 10.15675/gepros.v11i4.1581

## 1. INTRODUÇÃO

A intensa competição de mercado exige uma melhoria operacional contínua nos processos de armazenagens que, por sua vez, requerem um melhor desempenho dos armazéns em organizar os bens de modo a atingir a alta utilização do espaço físico e reduzir custos operacionais, facilitando assim a movimentação de materiais e garantindo o atendimento às necessidades dos clientes (GU et al., 2007). Segundo Cunha et al. (2013), empresas que não buscam esta melhoria contínua podem gerar inúmeros prejuízos que vão muito além do valor do item não vendido como por exemplo resultados negativos para a marca e perda de fidelidade do cliente.

Desta forma, segundo Álvarez (2010), os armazéns devem ser eficientemente dimensionados de forma a atender aos pedidos de clientes com qualidade e também evitar custos operacionais excessivos e com manutenções de inventário. Um método utilizado para atingir estes objetivos refere-se à classificação e posicionamento dos itens em critérios de relevância nas posições de armazenagem (ibid). Para Gu et al. (2007), a classificação de itens possibilita determinar as posições de armazenagem mais efetivas nas quais os mesmos devem ser alocados no armazém de forma a evitar movimentações desnecessárias e realizar o atendimento aos pedidos de clientes de forma mais ágil.

Neste contexto, deve-se levar em consideração a quantidade de *Stock Keeping Unit* (SKU) a ser mantida no armazém, em que local do estoque deve ser posicionada e com que frequência e tempo devem ser reabastecidas nas posições determinadas. Isto torna a separação de pedidos mais efetiva e o estoque melhor utilizado, segundo Gu et al. (2007). De acordo com Souza (2012), o SKU é normalmente usado para designar o código de cada variante de um produto (ou menor unidade de venda). Tanto na indústria, quando no varejo tal termo é largamente utilizado em todos os departamentos e será recorrente neste estudo.

Diante do exposto, este trabalho irá propor um método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas (unidades de paletes<sup>1</sup>) no armazém onde o estudo de caso foi realizado. Por meio de cálculos baseados em dados de volume de vendas e sazonalidade dos produtos, a quantidade de paletes de cada SKU será definida e posteriormente os itens serão classificados em critérios de popularidade e frequência de giro, tratado neste trabalho e definido por Álvarez (2010) como classificação *Fast, Medium e Slow* (FMS). Na sequência, os paletes serão posicionados no estoque de acordo com os resultados do método apresentado e, em seguida, medidos os ganhos em termos de produtividade na separação de pedidos e redução de posições de armazenagem. Observa-se que o tema do presente trabalho é amplamente abordado na literatura internacional, conforme será pontuado no referencial teórico, porém ressalta-se que o mesmo poderá contribuir para que profissionais de armazéns possam fazer uma melhor gestão de seus estoques e alcançar ganhos operacionais por meio da aplicação do método proposto. Também, acredita-se que este estudo possa abrir portas para futuras pesquisas nas áreas de posicionamento de SKUs baseados em novos critérios de classificação.

---

1 Neste estudo, as unidades de paletes referem-se a caixas de produtos.

Apresenta-se a seguir a estruturação deste artigo. Na próxima seção será abordado o referencial teórico, no qual destacam-se tópicos como processos de armazéns, tipos de separação de pedidos, classificações de SKUs, método ABC para a gestão de materiais e suas limitações e o critério de classificação FMS. Na seção 3 serão apresentados os procedimentos metodológicos. Na seção 4 será apresentado todo o método proposto que irá definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas, a classificação e o posicionamento dos SKUs no armazém de acordo com os critérios FMS estabelecidos e realizada a discussão dos resultados encontrados. Finaliza-se o artigo com as conclusões e proposições de trabalhos futuros.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Processos de armazém

Armazéns desempenham um papel vital no sucesso ou fracasso de muitas empresas e são considerados elementos chave das cadeias de abastecimentos modernas (FRAZELLE, 2002). Desta forma, os processos de armazenagem têm adquirido elevada importância e apresentam-se como um elemento estratégico para as companhias e, se realizados de forma eficiente, possibilitam reduções de custos operacionais, tempos de movimentações e agilidade no atendimento aos pedidos (OLIVEIRA et al., 2011).

As atividades básicas de um armazém referem-se ao recebimento de materiais, sua armazenagem, separação de pedidos e expedição (DE KOSTER et al., 2007). Segundo Baker (2007), o processo de recebimento classifica-se pela chegada dos *Stock Keeping Units* (SKUs) no armazém, atualização de registros de inventário e inspeção para verificar divergências de quantidades e inconsistências de qualidade. Em seguida, ocorre a transferência destes SKUs para as áreas de armazenagem, podendo ser áreas de reserva ou áreas dedicadas à coleta de itens, no qual os mesmos ficam disponíveis de forma acessível para os processos de separação de pedidos.

### 2.2. Separação de itens em um armazém

Os processos de separação de pedidos referem-se às atividades de coleta de itens de seus locais de armazenagem e podem ser realizadas manualmente ou (parcialmente) de forma automatizada, sendo considerado o processo mais trabalhoso e que traz maiores impactos nos custos dos armazéns (ROUWENHORST, 2000). Este processo tem sido identificado como o mais dispendioso dentro os demais, tendo seu custo estimado em até 55% da despesa operacional total do armazém (MOURA, 2005). Qualquer ineficiência na separação de pedidos pode levar a má prestação de serviços e ao alto custo operacional do armazém e, consequentemente, ineficiências para toda a cadeia de abastecimento.

Segundo De Koster et al. (2007) os processos de separação básicos referem-se à separação por lote ou separação por pedido (discreto). Na separação por lote, vários pedidos de clientes são separados simultaneamente, enquanto no processo discreto é separado um pedido por vez, devendo ser finalizada toda a ordem de pedido antes de iniciar a próxima. Ainda segundo o mesmo autor, o último é caracterizado como pouco produtivo, pois o tempo de deslocamento é maior que nos outros tipos de separação. Salienta-se que o modelo de separação utilizado pelo armazém onde o estudo de caso apresentado por este artigo foi realizado é o modelo discreto.

Uma ferramenta muito utilizada para visualizar e analisar o fluxo de materiais e pessoas nos processos de separação de pedidos é o Diagrama de Spaghetti (GEORGE et al., 2005). Ainda segundo o autor, este diagrama permite identificar os desperdícios de movimentações com o principal objetivo de melhorar o *layout* do espaço de trabalho e reduzir deslocamentos desnecessários. O Diagrama de Spaghetti será utilizado neste trabalho para identificar as movimentações realizadas pelos recursos alocados nos processos de separação de pedidos antes e depois do dimensionamento de posições e alocação dos SKUs no armazém de acordo com a classificação definida no método apresentado.

Os processos de separação de pedidos têm sua eficiência relacionada às políticas de posicionamento de itens no armazém, uma vez que o tempo de atendimento ao pedido se torna menor quando os itens estão estrategicamente posicionados, favorecendo a produtividade da separação e tornando os processos de expedição mais ágeis (OLIVEIRA et al., 2011).

### 2.3. Posicionamento de itens em armazéns

Para Oliveira et al. (2011), o posicionamento de itens no armazém caracteriza-se como um dos fatores que pode influenciar o desempenho da atividade de separação e atendimento ao pedido do cliente. Se houver uma eficiente alocação que considere a classificação dos *Stock Keeping Units* (SKUs) em critérios de relevância, distâncias de deslocamentos podem ser reduzidas impactando diretamente na redução de custos.

Vários autores tratam do assunto de posicionamento de itens em um armazém de acordo com diferentes critérios de classificação, sendo os trabalhos destes autores sintetizados a seguir. Heragu et al., (2005) propõe em seu trabalho um modelo de otimização através de um algoritmo heurístico que determina a atribuição do SKU à área de armazenagem, bem como o tamanho de cada área a fim de minimizar custos de movimentação de materiais. Gu et al. (2007) aborda o armazenamento por critérios de zonas em que diferentes SKUs são armazenados em zonas específicas, possibilitando organização na separação de pedidos e redução de tempo de atendimento. De Koster et al. (2007), apresenta uma valiosa revisão literária que cita diferentes métodos de posicionamento de itens em armazéns, como os estudos de Roodbergen (2001) que, através de parâmetros como tempo médio de viagem do separador a cada posição de armazenagem e número de colheitas por rotas de separação, propõe uma função não-linear de dimensionamento de SKUs. Por fim, o estudo de Le-Duc e De Koster (2004), que abordam um método de posicionamento de itens bastante conhecido, baseado em critérios de classe (ABC).

## 2.4. Método ABC para a gestão de materiais e suas limitações

O método ABC representa uma primeira ferramenta interessante de análise, que permite iniciar o processo de priorização da gestão do material e serviços adquiridos por uma dada organização, tratando-se de um conceito simples e muito útil no gerenciamento de estoques (LE-DUC; DE KOSTER, 2004). O principal benefício da análise ABC consiste no fato de permitir uma gestão eficaz na identificação dos itens. O rigor na estimativa dos custos associados ao estoque torna-se prioritário para os itens do tipo A, em relação aos itens do tipo C, uma vez que estes últimos geralmente exigem muito esforço de gestão com resultados pouco expressivos para o resultado econômico-financeiro da empresa (KLIPPEL et al., 2007).

Porém, segundo Martins e Alt (2004), o método ABC pode trazer distorções perigosas para a empresa, uma vez que não considera a importância do item em relação à operação do sistema como um todo, limitando-se às estruturas de custos de compras dos itens e dos serviços das empresas. Neste contexto, Gu et al. (2007) considera importante os critérios de classificação e posicionamento de itens baseados em popularidade e frequência de giro, em que são alocados os itens de maior giro nas posições mais desejáveis do estoque, de forma a otimizar os processos de separação de pedidos ao reduzir distâncias percorridas e movimentações desnecessárias pelo armazém.

## 2.5. Classificação em critérios de popularidade e giro de itens (FMS)

De acordo com Álvarez (2010), o critério de classe denominado *Fast, Medium e Slow* (FMS) trata de popularidade e frequência de giro de itens em um armazém, considerando os itens F (*Fast*) como itens que possuem uma alta frequência de pedidos, ou seja, produtos que os clientes compram todos os dias; itens *Medium* (M) como itens que possuem uma média frequência de pedidos faturados, produtos que os clientes compram toda semana, porém nem todos os dias e itens *Slow* (S) como itens que possuem uma baixa frequência de pedidos faturados, produtos que os clientes compram uma vez por mês.

Neste trabalho, os itens serão classificados baseados nos critérios de popularidade e frequência de giro abordados por Gu et al., (2007) e denominados por Álvarez (2010) como FMS.

# 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 3.1 Classificação da pesquisa

Inicialmente, realiza-se a classificação da pesquisa apresentada por este artigo. Do ponto de vista da natureza, ela apresenta característica aplicada, pois objetiva gerar conhecimento de técnicas de dimensionamento de estoques para aplicação prática e soluções no gerenciamento de estoques e atendimento ao cliente. Segundo Silva e Menezes (2001), entende-se por pesquisa aplicada aquela que procura gerar conhecimento para a solução de problemas específicos.

Do ponto de vista de objetivos, esta pesquisa é classificada como descritiva, uma vez que teve como base para o estudo de caso uma coleta de dados bem definida e estruturada, que garantiram a qualidade das análises realizadas. De acordo com Gil (2010), uma das características mais significativas deste tipo de pesquisa está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Sob a ótica da abordagem do problema, esta pesquisa apresenta um caráter quantitativo, já que foi descrita de modo a formular hipóteses levantadas na literatura e classificar a relação entre as variáveis para garantir a precisão de resultados. Para Günther (2006), em pesquisas quantitativas uma amostra representativa assegura a possibilidade de uma generalização dos resultados.

Por fim, em relação aos procedimentos técnicos, esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso. Segundo Gil (2010), este tipo de pesquisa envolve um profundo estudo do problema levantado, de maneira que permite seu amplo e detalhado conhecimento voltado para a aplicação imediata em uma realidade circunstancial. Para Alvez-Mazzotti (2006), o estudo de caso além de ser usado como modalidade de pesquisa, também pode ser utilizado para fins de ensino e consultoria, com o intuito de ilustrar uma argumentação, uma categoria ou condição.

## 3.2. Objeto de Estudo

Apresenta-se como objeto deste estudo os estoques de *Stock Keeping Units* (SKUs) destinados à separação fracionada no armazém de uma multinacional no setor de cosméticos e higiene pessoal, cenário que aborda como problema de pesquisa o posicionamento de paletes nas posições de armazenagem sem seguir critérios de classificações dos itens, o que acarreta em desperdícios operacionais nas atividades de separação de pedidos e a uma ineficiente ocupação das posições de armazenagem.

Localizado no interior do Estado de São Paulo, este armazém estoca itens destinados ao cliente final, sendo responsável por 30% do volume total de expedição do Brasil. O grau de fracionamento dos pedidos é de 92%, isto é, 92% dos itens devem ser separados em unidades de paletes, contra 8% de itens paletizados.

Conforme abordado no referencial teórico, o processo de separação de pedidos deste armazém segue o modelo discreto e é realizado de forma manual, ou seja, os recursos destinados a estas atividades movimentam-se a pé pelo estoque. Quando destinados à separação fracionada, os SKUs são armazenados nos níveis inferiores da estrutura porta palete e devem ser coletados apenas nestas posições de armazenagem. Caso contrário, quando solicitados itens paletizados, devem ser retirados dos níveis superiores das estruturas porta palete com o auxílio de empilhadeiras.

No processo de separação fracionada, observa-se que o operador desloca-se longas distâncias pelos corredores do estoque até chegar às posições em que os SKUs estão armazenados. Isto acontece devido a uma alocação ineficiente dos itens no armazém, uma vez que itens frequentemente solicitados nos pedidos de clientes encontram-se distantes das áreas mais a frente das docas de expedição, resultando em desperdícios de movimentação e perdas de produtividade. Também, observa-se que SKUs com baixa popularidade encontram-se armazenados em grande quantidade de posições do estoque, refletindo em desperdícios de armazenagem.

Outro fator de impacto no processo refere-se à coleta de unidades de paletes de SKUs armazenados nos níveis superiores da estrutura porta palete. Isto acontece quando as posições de armazenagem de cargas fracionadas nos níveis inferiores estão vazias e ainda não foram reabastecidas, havendo a necessidade de um operador que opera a empilhadeira para baixar os paletes e disponibilizar os SKUs para a referida separação. Este cenário é resultado de um mau dimensionamento de quantidade de posições de armazenagem dos itens, necessárias para atender o volume de vendas do período nivelado com a capacidade de reabastecimento das posições quando vazias.

Nos próximos tópicos serão apresentados os procedimentos de coleta de dados para o cálculo de posições de armazenagem dos SKUs, as variantes que serão consideradas como *lead-time* de reabastecimento de paletes nas posições dedicadas a separação fracionada, sazonalidade de vendas das famílias de produtos e popularidade e frequência de giro dos SKUs.

### 3.3. Procedimentos de coleta de dados

Todos os dados coletados foram extraídos de relatórios pelo Analista de Inventário do armazém, diretamente do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) utilizado para gerenciamento e controle de todos os materiais estocados neste armazém. Inicialmente, coletaram-se dados primários para o cálculo da quantidade de posições de paletes dos itens:

1. Relatório com dados de cadastro dos SKUs, contendo:
  - a) Código do SKU;
  - b) Família a qual o SKU pertence;
  - c) Quantidade de caixas total do SKU em cada palete.
  
2. Dados de volume de vendas a nível diário de itens de cargas fracionadas, para o período de um ano, em:
  - a) Quantidade de visitas realizadas nas posições de armazenagem do SKU;
  - b) Quantidade de caixas do SKU coletadas em cada posição visitada.

Em seguida, coletaram-se dados secundários relativos à produtividade dos operadores dedicados às atividades de separação de pedidos em dias de fechamento (cenário de alta demanda), a fim de analisar o Tempo de Ciclo do processo:

3. Dados de separação para SKUs de cargas fracionadas, em semanas de fechamento:
  - a) Quantidade de caixas dos SKU coletadas em cada posição visitada;
  - b) Tempo entre visitas às posições.

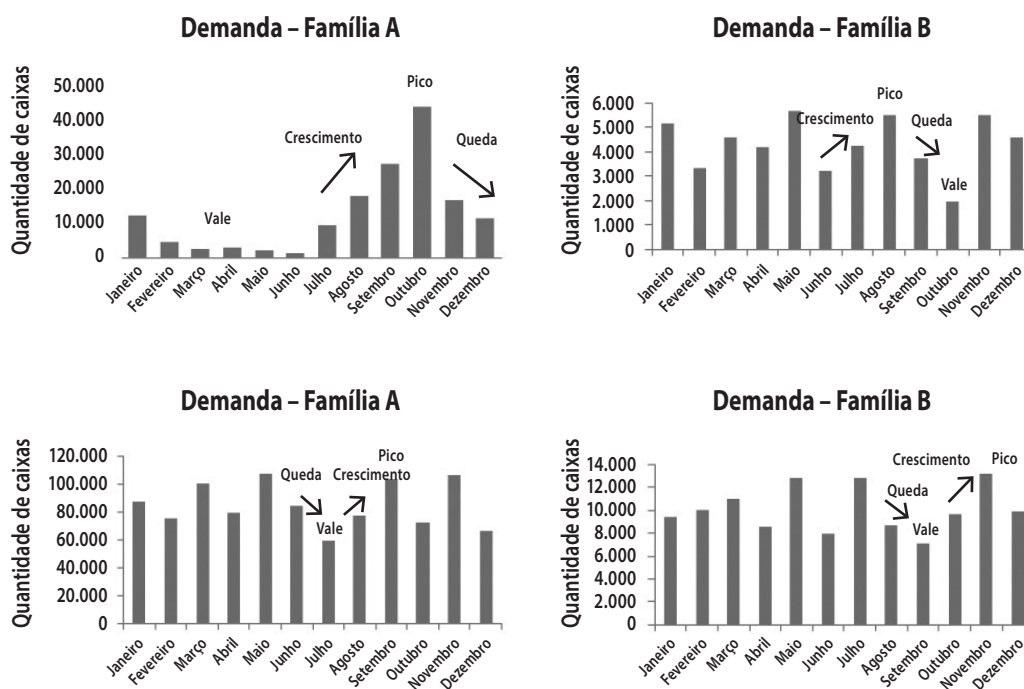
Todos os relatórios foram tratados e analisados em planilhas de Excel pelo Engenheiro de Processos responsável pela Operação Logística do armazém. No próximo tópico, novos dados serão coletados e analisados.

### 3.4. Procedimentos de análise de dados

Com os dados de volume de vendas a nível diário de itens de cargas fracionadas, para o período de um ano, foi possível identificar o comportamento das famílias dos SKUs. Estas apresentaram uma curva sazonal com períodos de crescimento e picos de demanda, seguidos de períodos de queda nas vendas e vales, conforme ilustrado na Figura 1.

A partir desta análise, definiu-se uma necessidade de revisão do cálculo da quantidade de posições de armazenagem dos SKUs que aborde a curva sazonal identificada a cada três meses. Desta forma, garante-se que a sazonalidade das famílias de produtos seja considerada nos cálculos do dimensionamento.

Figura 1 – Análise comportamental das famílias de SKUs ao longo do ano.



Fonte: Autores (2015).



A partir desta definição, novos relatórios foram extraídos do sistema ERP e novos dados primários analisados e tratados para o cálculo.

1. Dados de volume de vendas a nível diário de itens de cargas fracionadas dos 3 meses anteriores ao mês que está sendo realizado o cálculo do número de posições, do ano atual:
  - a) Quantidade de visitas realizadas nas posições de armazenagem dos SKUs;
  - b) Quantidade de caixas dos SKUs coletadas em cada posição visitada.
  
2. Dados de volume de vendas a nível diário de itens de cargas fracionadas 3 meses anteriores e 3 meses posteriores ao mês que está sendo realizado o cálculo do número de posições, do ano passado:
  - a) Quantidade de visitas realizadas nas posições de armazenagem do SKUs;
  - b) Quantidade de caixas dos SKUs coletadas em cada posição visitada.

Com os dados de produtividade dos recursos dedicados às atividades de separação de pedidos em dias de fechamento, calculou-se o Tempo de Ciclo de Separação de itens de cargas fracionadas por meio das análises de cada visita nas posições de armazenagem e quantidade de caixas separadas. O total de caixas separadas no período foi de 353.225 caixas, o tempo total de separação deste volume foi de 902 horas e 57 minutos o que resultou em um Tempo de Ciclo de Separação de 9,20 segundos/caixa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram traçados quinze Diagramas de Spaghetti para o processo de separação de itens de cargas fracionadas de quinze pedidos diferentes, a fim de verificar a movimentação dos recursos pelo *layout* do estoque para a original alocação de SKUs do armazém. Os resultados encontram-se na Tabela 1. Para fins ilustrativos, apresenta-se na Figura 2 um dos Diagramas de Spaghetti realizados para o primeiro pedido, com 71 SKUs.

O cálculo foi realizado no mês de Agosto de 2015. Inicialmente, fez-se a análise de crescimento das famílias de SKUs destinados a cargas fracionadas. Para esta análise, foram utilizados os dados coletados dos trimestres referentes ao período do cálculo, conforme definido anteriormente de acordo com a curva sazonal que as famílias dos SKUs apresentam ao longo do ano. A Tabela 2 traz as taxas de crescimento destas famílias. Para fins ilustrativos, os cálculos serão apresentados de forma genérica.

Observa-se que as famílias A, B e D não apresentaram taxa de crescimento de vendas prevista para o período que contempla o cálculo, ilustrando um cenário projetado de possível queda nas vendas. Diferentemente, a família C apresentou um crescimento de demanda previsto de 14% em relação ao ano anterior.

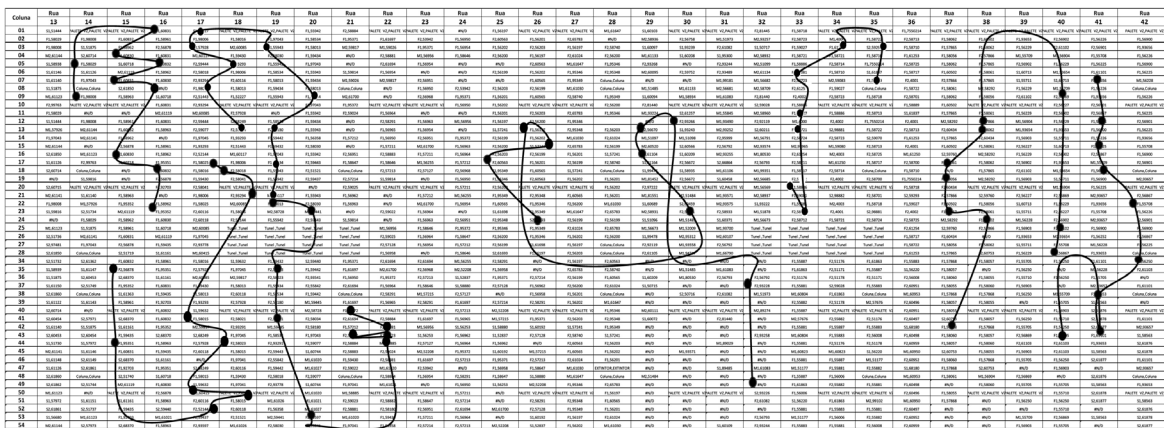
Na sequência, fez-se a análise de crescimento de vendas em caixas e visitas de cada SKU da família, por meio do índice de crescimento apresentado na Tabela 2. Esta análise de crescimento de vendas pode ser visualizada na Tabela 3.

Tabela 1 – Resultados dos Diagramas de Spaghetti realizados com o atual posicionamento dos SKUs no armazém.

Ordem de Carregamento	Total de SKU	Quantidade de Posições Percorridas	Distância Percorrida (m)
1	71	308	338,8
2	105	341	375,1
3	112	347	381,7
4	139	406	446,6
5	54	284	312,4
6	75	306	336,6
7	143	421	463,1
8	127	394	433,4
9	112	391	430,1
10	140	402	442,2
11	167	453	498,3
12	192	489	537,9
13	49	271	298,1
14	62	274	301,4
15	84	315	346,5

Fonte: Autores (2015).

Figura 2 – Diagrama de Spaghetti realizado com o atual posicionamento dos SKUs no armazém.



Fonte: Autores (2015).

Tabela 2 – Cálculo das taxas de crescimento das famílias de SKUs analisadas.

FAMÍLIA	Mai a Jul/2014		Mai a Jul/2015		TAXA DE CRESCIMENTO - CAIXAS	TAXA DE CRESCIMENTO - VISITAS
	CAIXAS	VISITAS	CAIXAS	VISITAS		
A	7017	766	5232	616	0,75	0,80
B	260813	21892	235350	18941	0,90	0,87
C	31142	3193	35502	3561	1,14	1,12
D	45617	2817	39395	2427	0,86	0,86

Fonte: Autores (2015).

Tabela 3 – Cálculo das quantidades de caixas e visitas previstas para os SKUs para o semestre seguinte ao mês do dimensionamento, de acordo com a taxa de crescimento calculada na Tabela 2.

CÓDIGO SKU	FAMÍLIA	Set a Nov/2014		%AUMENTO PARA O PRÓXIMO ANO	CAIXAS PREVISTAS	VISITAS PREVISTAS
		CAIXAS	VISITAS			
a1	A	3889	493	0,75	2900	368
a2	A	2803	308	0,75	2090	230
b1	B	3979	259	0,90	3581	233
b2	B	4075	494	0,90	3668	445
c1	C	42	10	1,14	48	11
c2	C	53	6	1,14	60	7
d1	D	17441	1094	0,86	15062	945
d2	D	4338	308	0,86	3746	266

Fonte: Autores (2015).

Após a projeção de crescimento de vendas realizado, definiu-se para cada SKU das famílias, quanto seria demandado em caixas e visitas para os próximos 3 meses que contemplarão os resultados. Para isto, calculou-se a média da quantidade de caixas do trimestre anterior ao mês da revisão do ano passado, com a quantidade de caixas do trimestre anterior ao mês da revisão do ano atual. O mesmo cálculo foi feito para a quantidade de visitas. A Tabela 4 apresenta os resultados.

Tabela 4 – Quantidade de caixas e visitas de cada item, previstos para o período do dimensionamento.

CÓDIGO SKU	FAMÍLIA	Mai a Jul/2015	Mai a Jul/2014	Mai a Jul/2015	Mai a Jul/2014	CAIXAS TOTAL	VISITAS TOTAL
		CAIXAS	CAIXAS	VISITAS	VISITAS		
a1	A	3167	2900	416	368	3033	392
a2	A	2065	2090	200	230	2077	215
b1	B	2813	2945	305	376	2879	341
b2	B	201	193	38	44	197	41
c1	C	4464	4536	326	295	4500	311
c2	C	3660	4646	464	563	4153	514
d1	D	18878	15062	1005	945	16970	975
d2	D	5385	3746	305	266	4566	285

Fonte: Autores (2015).

Sabendo-se quanto de cada SKU será demandado para o período, o passo seguinte foi classificá-los nos critérios de popularidade e frequência de giro, de acordo com a quantidade de visitas que serão realizadas nas posições de armazenagem. Esta classificação servirá para alocar os itens com popularidade e frequência de giro nas posições mais centralizadas do estoque e próximas às docas de expedição, a fim de reduzir movimentações e aumentar a produtividade na separação de pedidos.

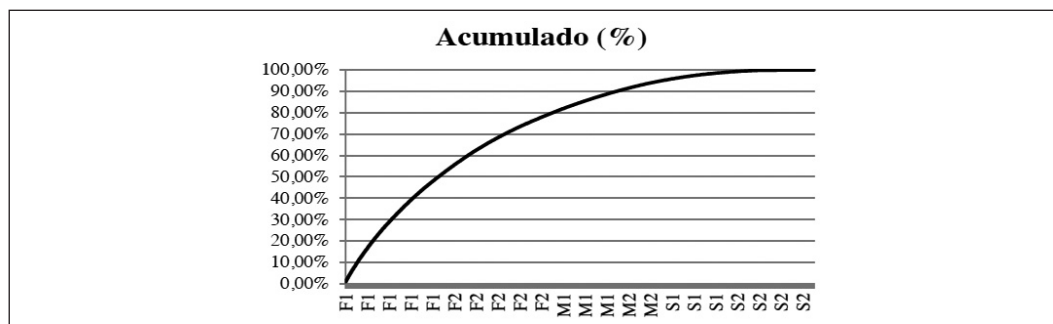
Através da realização de um Diagrama de Pareto, ordenou-se a quantidade de visitas de cada item em ordem decrescente, fez-se o percentual de participação e o percentual acumulado. Em seguida, os itens foram classificados em F1, F2, M1, M2, S1 e S2, de acordo com o *range* percentual ilustrado na Tabela 5. Ao todo, 103 itens apresentaram participação acumulada entre 0% - 50% e foram classificados como F1, seguindo a mesma lógica para as demais classificações. O Diagrama de Pareto encontra-se ilustrado na Figura 3.

Tabela 5 – Classificação FMS.

CLASSIFICAÇÃO	VOLUME (%)	QUANTIDADE DE ITENS	QUANTIDADE DE ITENS (%)
F1	50%	103	20%
F2	80%	126	24%
M1	90%	70	14%
M2	95%	50	10%
S1	99%	72	14%
S2	100%	96	19%
TOTAL		517	100%

Fonte: Autores (2015).

Figura 3 – Diagrama de Pareto.



Fonte: Autores (2015).

Para saber quantas posições de paletes de SKUs destinados à separação fracionada deverão ter disponíveis no estoque, o cálculo considerou a quantidade total de dias úteis do período, a quantidade de horas disponíveis por dia e o *lead-time* de reabastecimento, de acordo com os recursos disponíveis e capacidade operacional instalada:

- Dias úteis do período: 60 dias
- Horas disponíveis por dia: 08 horas
- Lead-time* de reabastecimento: 08 horas

Também, um estoque de segurança foi considerado. A Tabela 6 ilustra as quantidades de posições calculadas para cada SKU:

Tabela 6 – Quantidade de posições calculadas para SKUs de cargas destinadas a separação fracionada.

CÓDIGO SKU	FAMÍLIA	FMS	DEM. PERÍODO CAIXAS	DEM. DIÁRIA CAIXAS	CAIXAS POR PALETE	DEM./HORA	CONSUMO LEAD-TIME	ESTOQUE SEGURANÇA	TOTAL POSIÇÕES	TOTAL CAIXAS
a1	A	F1	3033	51	132	6	51	51	2	264
a2	A	F2	2077	35	70	4	35	35	2	140
b1	B	F2	2879	48	204	6	48	48	2	408
b2	B	S1	197	3	110	0	3	3	1	110
c1	C	S2	4500	75	120	9	75	75	4	480
c2	C	S2	4153	69	40	9	69	69	6	240
d1	D	F1	16970	283	80	35	283	283	10	800
d2	D	F2	4566	76	105	10	76	76	4	420

Fonte: Autores (2015).

A quantidade de caixas por palete foi retirada do relatório com dados de cadastro dos SKU. O consumo no *lead-time* e o estoque de segurança são resultados da demanda/hora pelo *lead-time* de reabastecimento de 08 horas. O total de posições no estoque de cada SKU foi calculado de acordo com a Equação abaixo:

$$\text{Total de Posições} = \frac{(\text{Estoque Segurança} + \text{Consumo Lead-Time} + \text{Caixas por Pallet})}{\text{Caixas por Pallet}}$$

Com os dados do cálculo prontos, os SKUs foram reposicionados no armazém de acordo com a quantidade de posições calculada e classificação FMS, na área destinada à separação de pedidos. Os itens F1 e F2 foram alocados próximos às docas de expedição, seguindo os demais itens M1 e M2, S1 e S2 para posições mais ao fundo dos corredores.

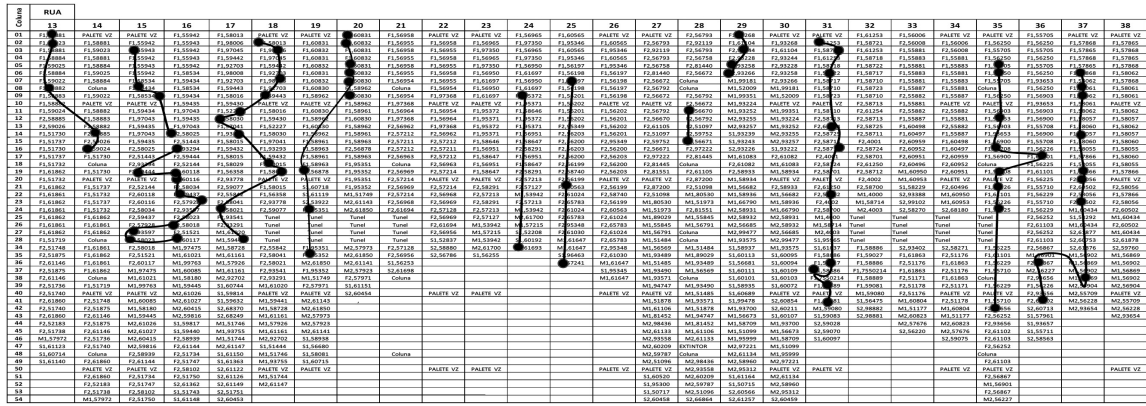
Através deste novo posicionamento dos SKUs, houve uma redução de 414 posições de armazenagem destinadas a cargas fracionadas, partindo de 1433 posições para 1019 posições finais, com uma redução de 9,49% para as distâncias percorridas. Novos Diagramas de Spaghetti foram desenhados para os mesmos quinze pedidos analisados antes do cálculo e novo posicionamento. Os resultados encontram-se na Tabela 7. O Diagrama de Spaghetti realizado para o primeiro pedido com 71 SKU encontra-se na Figura 4.

Tabela 7 – Resultados dos Diagramas de Spaghetti realizados com o novo posicionamento de SKUs no armazém.

Ordem de Carregamento	Total de SKU	Quantidade de Posições Percorridas	Distância Percorrida (m)	APÓS DIMENSIONAMENTO		
				Quantidade de Posições Percorridas	Distância Percorrida (m)	Redução Movimentação
1	71	308	338,8	278	308,8	9%
2	105	341	375,1	305	335,5	11%
3	112	347	381,7	314	345,4	10%
4	139	406	446,6	377	414,7	7%
5	54	284	312,4	256	281,6	10%
6	75	306	336,6	278	305,8	9%
7	143	421	463,1	384	422,4	9%
8	127	394	433,4	359	394,9	9%
9	112	391	430,1	355	390,5	9%
10	140	402	442,2	371	408,1	8%
11	167	453	498,3	409	449,9	10%
12	192	489	537,9	425	467,5	13%
13	49	271	298,1	242	266,2	11%
14	62	274	301,4	251	276,1	8%
15	84	315	346,5	281	309,1	11%

Fonte: Autores (2015).

Figura 4 – Diagrama de Spaghetti realizado com o novo posicionamento dos SKUs no armazém.



Fonte: Autores (2015).

No mês seguinte, um relatório do sistema ERP com os dados de produtividade dos recursos dedicados às atividades de separação de pedidos em dias de fechamento foi extraído, após o novo posicionamento dos SKUs no armazém.

O total de caixas separadas no período foi de 315.981 caixas, o tempo total de separação deste volume foi de 736 horas e 25 minutos o que resultou em um Tempo de Ciclo de 8,40 segundos/caixa. Observou-se um aumento de 9,52% na produtividade da separação, com a redução do Tempo de Ciclo resultante do novo posicionamento de itens no estoque. Observou-se também, que o índice de solicitação de separação em posições de níveis superiores das estruturas porta paletes reduziu de 7% para 2% no primeiro mês.

Mediante os resultados do cálculo de posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas e ao posicionamento dos SKUs no armazém, de acordo com os critérios de popularidade e frequência de giro definidos pela classificação FMS, foi possível identificar melhorias no armazém onde o estudo de caso foi realizado.

Houve inicialmente uma redução do número de posições de armazenagem dos SKUs dedicados à separação de cargas fracionadas, uma vez que foi utilizada apenas a quantidade de posições necessárias para atender ao volume de vendas do período, liberando demais posições para outros processos de armazenamento. Bem como, com esta redução, o perímetro de deslocamento dos recursos alocados nas atividades de separação também reduziu, aumentando a produtividade no atendimento ao pedido de clientes.

## 5. CONCLUSÕES

O presente artigo destacou, inicialmente, a necessidade de se ter estratégias objetivas e eficazes no armazenamento de materiais, de forma que os gestores de armazéns possam atingir um melhor nível de desempenho, com alta utilização do espaço físico, redução de custos operacionais e garantias de atendimento às necessidades dos clientes.

Com o intuito de proporcionar uma contribuição acadêmica e às empresas, este artigo apresentou um método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém. A implantação do método na empresa alvo do estudo de caso demonstrou ganhos do ponto de vista de gestão e produtividade no atendimento a pedidos de clientes.

Espera-se que os resultados aqui apresentados possam ser úteis tanto para a comunidade acadêmica quanto para profissionais da área de armazenagem, afinal tais resultados podem ser utilizados como ponto de partida para novos estudos, principalmente para pesquisas que abordem combinações de cálculos da quantidade de posições de armazenagem de SKUs com classificações em critérios de relevância.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, J. A. R. Evaluación agregada: una innovación em la gestión de inventarios en una empresa de alimentos de consumo masivo. *In: EIGHTH LACCEI LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN CONFERENCE FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, 2010. **Anais...** Arequipa, Peru, 2010.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.

BAKER, P.; CANESSA, M. Warehouse design: A structured approach. **European Journal of Operational Research**. v. 193, n. 2, p. 425-436, 2007.

CUNHA, A. C.; MOREIRA, I. F.; RIBEIRO, A. L. D.; RODRIGUES, A. C. O.; GOMES, D. C. Modelo de gestão de estoques em uma empresa de ferragens e produtos metalúrgicos de pequeno porte. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 33, Salvador, Bahia. **Anais...** ENEGEP, Salvador, BA: 2013.

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, n. 2, p. 481-501, 2007.

FRAZELLE, E. **Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management**. McGraw-Hill: New York, 2002.



- GEORGE, M. L.; MAXEY, J. **The Lean Six Sigma Pocket Toolbox: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed**, McGraw-Hill: New York, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GU, J.; GOETSCHALCKX, M.; MCGINNIS, L. F. Research on warehouse operation: A comprehensive review. **European Journal of Operational Research**. v. 177, n. 1, p. 1-21, 2007.
- GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a Questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22 n. 2, p. 201-210, 2006.
- HERAGU, S. S.; DU, L.; MANTEL, R. J.; SCHUUR, P. C. Mathematical model for warehouse design and product allocation. **International Journal of Production Research**. v. 43, n. 2, p. 327-338, 2005.
- KLIPPEL, M.; JUNIOR, J. A. V. A.; VACCARO, G. L. R. Matriz de posicionamento estratégico de materiais: conceito, método e estudo de caso. **Revista Gestão da Produção**, v. 14, n. 1, p. 181-192, 2007.
- LE-DUC, T.; DE KOSTER, R. **Travel distance estimation in a single-block ABC storage strategy warehouse**. *Distribution Logistics: Advanced Solutions to Practical Problems*. Springer, Berlin: Fleischmann, 2004, p. 185-202.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. São Paulo: IMAM, 2005.
- OLIVEIRA, D. F.; TINELLI, L. M.; VIVALDINI, K. C. T.; BECKER, M. Aplicação do método AHP para realocação de produtos em sistemas logísticos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 43, Ubatuba, São Paulo. **Anais... SBPO**, Ubatuba, SP: 2011.
- ROODBERGEN, K. J.; DE KOSTER, R. Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. **International Journal of Production Research**. v. 39, n. 9, p. 1865-1883, 2001.
- 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, n. 2, p. 515-533, 2000.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. 2001.
- SOUZA, K. C. G. N. **Modelo de Gestão de Estoques para bens de consumo em supermercados**. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

