

Dimensionamento de estoques: uma análise em uma empresa varejista de peças em alumínio¹

Rafael Dewes²

Carlos Frederico Viero³

Fabiano de Lima Nunes⁴

Resumo

O dimensionamento de estoques é essencial para as empresas. Assim, faz-se necessária a busca de metodologias que possam efetivamente conduzir os compradores, para uma melhor análise das necessidades de compras, através de conceitos como estoques de segurança, curvas ABC e PQR, nível de serviço aos clientes e utilização de métodos, com vies estatístico, que sejam mais abrangentes. A presente pesquisa tem como objetivo identificar como uma forma estruturada de análise dos estoques pode ajudar a empresa a melhorar seus resultados e como otimizar seus recursos em uma empresa distribuidora de perfis de alumínio de pequeno porte. A classificação de itens por meio das curvas ABC e PQR, com base na definição dos níveis de serviço dos materiais, técnicas estatísticas, dimensionamento de estoques e aumento da assertividade na compra, facilita a qualificação das informações dos estoques.

Palavras-chave: Estoque. Gestão de Estoque. Dimensionamento de Estoque.

Abstract

Inventory sizing is essential for businesses. Thus, it is necessary to search for methodologies that can effectively lead the buyers to a better analysis of the purchasing needs, through concepts such as security stocks, ABC and PQR curves, service level of customers and use of methods with statistical bias that are comprehensive. This present research aims to identify how a structured form of inventory analysis can help the company to improve its results and how to optimize its resources in a company that distributes small aluminum profiles. The classification of items by the ABC and PQR curves, as basis in the definition of the service levels of the materials, the statistical techniques, the sizing of the stocks, the increase of the assertiveness of the purchase, favors the qualification of stock information.

Keywords: Inventory. Inventory Management. Stock sizing.

¹ Resumo de trabalho de conclusão do curso em Engenharia de Produção, defendido em 20.06.2016, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, Brasil, sob orientação da Prof. Me. Carlos Frederico Viero.

² Pós-graduado no MBE em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). E-mail: rafael.dewes@gmail.com

³ Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS. Pós-graduado no MBE em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Professor visitante na Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS). E-mail: vierocf123@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS). Professor na Universidade Feevale (FEEVALE), Novo Hamburgo, RS. E-mail: fabianonunes@feevale.br

1 Introdução

O mercado, cada vez mais exigente com fornecedores e empresas de varejo, gera a necessidade do efetivo planejamento das ações, principalmente no tocante à velocidade de resposta e à assertividade no atendimento aos clientes. Um estudo do IBGE, com dados do ano de 2013, informa que mais da metade das empresas fundadas no Brasil fechou as portas, após quatro anos de atividades e, entre os principais motivos estão planos de negócios de baixa qualidade, erros na administração, dentre outros (MORALES, 2016).

A construção civil que por muito tempo foi um dos motores do crescimento econômico, somente no ano de 2014 teve um recuo de 5,6% nas suas vendas. Esse índice acarretou na queda de 98% no lucro dessa indústria e aproximadamente 600 000 demissões até o final do ano de 2015 (AMORIM, 2015). Um dos setores provedores de materiais desse segmento, a transformação de alumínio acompanhou essa desaceleração. Nesse setor, a produção entre os anos de 2014 e 2016 teve uma retração de 12,3%. O maior impacto desse segmento foi na fabricação de extrusados, em que a queda foi de aproximadamente 32% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2017). Mediante esse cenário de crise, faz-se necessário que as empresas tenham os seus processos definidos e mapeados, principalmente no tocante à gestão dos estoques de seus materiais. Cabe a essas organizações, um refinamento nas ações pertinentes ao gerenciamento desses estoques, com o intuito de embasar as tomadas de decisões, a partir das informações atualizadas, oriundas dos setores que envolvam o consumo de materiais (JAEGER; NUNES, 2016).

Em um período em que a economia brasileira tem apresentado resultados negativos, torna-se importante a melhoria do nível de serviço aos clientes, bem como um melhor dimensionamento de estoques, reduzindo assim, a necessidade de fluxo de caixa, o montante de dinheiro investido em estoques, bem como o melhor aproveitamento do espaço físico, existente nas

empresas, espaço que possui elevados custos de manutenção e operacionais, junto aos grandes centros urbanos. Estudos recentes apresentam que os estoques podem representar de 20% a 60% dos ativos totais da organização e estão diretamente ligados ao fluxo de caixa da empresa, fatores que vêm atrelados a investimentos de capital de giro da organização (SILVA *et al.*, 2016). E que, a partir do dimensionamento dos estoques, uma organização pode reduzir em até 55% os custos dos estoques da curva A de produtos (MORAES; NUNES, 2017).

A partir desse contexto, o presente artigo visa responder a seguinte pergunta: qual o impacto da implantação de um método de dimensionamento de estoques em uma empresa distribuidora de produtos de alumínio? Como objetivo geral visa identificar como uma nova forma de análise pode ajudar a empresa a melhorar seus resultados e como otimizar seus recursos, aplicando-os em produtos que efetivamente sejam produtos de giro. Busca-se o desenvolvimento de um método de análise e dimensionamento de estoques, para produtos comprados em excesso ou que podem estar sendo comprados em quantidades abaixo da demanda. A utilização de um método e de ferramentas estatísticas já reconhecidas pela literatura é a base do trabalho desenvolvido.

Este artigo está subdividido em cinco capítulos, o primeiro é a introdução; o segundo trata da fundamentação teórica (temas de gestão de estoques e as principais questões ligadas ao seu dimensionamento); o terceiro aborda a metodologia aplicada a um Estudo de Caso; o quarto apresenta o Estudo de Caso em uma distribuidora de materiais extrusados de alumínio para a construção civil e o quinto apresenta as conclusões e considerações finais desta pesquisa.

2 Revisão teórica

2.1 Estoques

Os estoques são acúmulos de materiais entre as fases específicas dos processos de transformação. Toda a diferença entre a aquisição e

a demanda momentânea em que ocorra a diferença de bens ou materiais, fará com que sejam acumulados estoques, para suprir uma eventual demanda futura (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007; CASTIGLIONI, 2007). O termo estoque também é utilizado para descrever (ou identificar) qualquer recurso armazenado (SLACK *et al.*, 2010) e têm a função de regular as diferentes as taxas de suprimentos e o consumo de um determinado produto e/ou material (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007).

São motivos para a formação ou o surgimento dos estoques (BOWERSOX *et al.*, 2013; TUBINO, 2000):

- Garantia da independência das etapas produtivas: a inserção de estoques atua como amortecedores entre as etapas de produção ou distribuição da cadeia produtiva permite que essas etapas possam ser tratadas de forma independentes das demais. Assim qualquer problema que venha ocorrer em uma das etapas, não impactará nas etapas subsequentes;
- Possibilidade do uso de lotes econômicos: algumas etapas do sistema produtivo só permitem a produção ou a movimentação econômica de lotes maiores do que a necessidade imediata, gerando, assim, estoques excedentes que precisam ser administrados;
- Inserção de fatores de segurança: as variações aleatórias da demanda são administradas pela colocação de estoques de segurança, com o intuito de prever as perdas por eventuais problemas, como a produção de produtos defeituosos e de atrasos nas entregas de fornecedores;
- Obtenção de vantagens de preços: algumas empresas incrementam os seus níveis de estoques, com o intuito de se prevenir para possíveis aumentos de preços ou, ainda, compram quantidades superiores às necessárias, visando obter descontos no preço unitário, devido à compra de lote econômico.

Em relação à cadeia de suprimentos, no tocante aos estoques, os problemas mais usuais são: (a) poucos giros de estoques; (b) elevados investimentos em estoques; (c) perdas em vendas, em determinados locais pela ruptura dos estoques e, ao mesmo tempo, estoques excedentes dos mesmos produtos em outros locais, impactando assim, na disponibilidade aos clientes; (d) elevados níveis de obsolescência nos estoques e; (e) a falta de agilidade e atendimento, em relação às necessidades do cliente (COX III; SCHLEIER, 2013). Esses eventos fazem com que a administração e gestão dos estoques tenham se tornado temas comuns junto às empresas, nos quais se objetiva o aperfeiçoamento da utilização dos recursos financeiros, operacionais e materiais (BALLOU, 2009; GONÇALVES, 2010; SOUSA; SILVA; BRAGA, 2017). Não importa quais sejam os materiais que estão estocados ou onde esses estejam posicionados na operação, eles existirão pelas diferenças de ritmos ou de taxas entre os fornecimentos e a demanda de mercado (JAEGER; NUNES, 2016). Essas diferenças fazem com que a administração dos estoques se torne um papel importante na gestão das organizações empresariais (NOVAES, 2016; SLACK *et al.*, 2010; SOUSA; SILVA; BRAGA, 2017). Essa administração é responsável pela definição dos métodos de planejamento e de controle acerca dos níveis de estoques. Nesses casos, cabe equacionar as reposições dos estoques, a partir dos tamanhos dos lotes, a forma de reposição e principalmente os estoques de segurança do sistema (BALLOU, 1993; TUBINO, 2000).

2.2 Reposição dos estoques

O comportamento de consumo no varejo faz com que a utilização de métodos de previsão tenha o intuito de prever “o quê, onde e quando” serão necessários os estoques específicos e os locais específicos (loja / PDV - ponto de venda) (COX III; SCHLEIER, 2013). O método e dimensionamento do ponto de reposição (ou ponto de pedido) deve ser aplicado da

seguinte forma (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007). Todas as vezes em que determinada quantidade do item é retirada do estoque, verifica-se a quantidade restante (saldo) desse item. Se o saldo é menor do que uma quantidade predeterminada (também chamada de ponto de reposição/ressuprimento - PR), faz com que seja necessária uma nova compra (ou produção) desse item. O tempo em que um fornecedor ou a manufatura interna entrega a quantidade de itens necessários para suprir esses materiais é denominado como tempo de ressuprimento (TR ou *lead time* - LT). O ponto de ressuprimento é calculado, através da multiplicação da taxa de demanda por unidade de tempo (D), pelo tempo de ressuprimento (LT) (na mesma unidade de tempo da demanda) somado ao estoque de segurança necessário, para garantir a demanda nesse período (E_{seg}), conforme apresenta a equação 1 (ponto de ressuprimento) (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007; MORAES; NUNES, 2017; PEINADO; GRAEML, 2007; SILVA *et al.*, 2016).

$$PR = D \times LT + E_{seg} \quad (1)$$

Os níveis de estoques de segurança são dimensionados para absorver as variações da demanda, durante esse tempo de ressuprimento, bem como as variações no tempo junto ao fluxo de reposição, pois é nesse período que os estoques podem acabar e causar problemas aos fluxos produtivos e/ou de comercialização (BOWERSOX *et al.*, 2013; PEINADO; GRAEML, 2007; TUBINO, 2000).

Assim, o estoque de segurança, também chamado de estoque de flutuação, serve para proteger as organizações de situações imprevistas nos suprimentos dos materiais, extensões no *lead time* ou no incremento variável de demanda. A utilização do E_{seg} faz com que as organizações se previnam contra as interrupções na produção ou no comprometimento do atendimento, junto aos seus clientes (MORAES; NUNES, 2017; SILVA *et al.*, 2016).

Cabe ressaltar que a análise da demanda em situações, em que ela é superior à média, devem ser consideradas, pois, nessa análise, devem ser avaliados quais são os níveis máximos de demanda e como as organizações se dispõem a atender essas variações (BALLOU, 1993; MORAES; NUNES, 2017). Para essa medida, faz-se necessário a definição dos níveis de serviços para os itens disponibilizados ao mercado (GONÇALVES, 2010; NOVAES, 2016). A determinação do risco acerca de rupturas nos estoques em que a empresa quer operar, ou seja, no nível de serviço (NS) do item, baseia-se na quantidade tolerável das necessidades que são admitidas, durante o período de ressuprimento, conforme os itens disponíveis no estoque (figura 1) (BERTAGLIA, 2009; GUERRA, 2009; MORAES; NUNES, 2017; PEINADO; GRAEML, 2007; TUBINO, 2000).

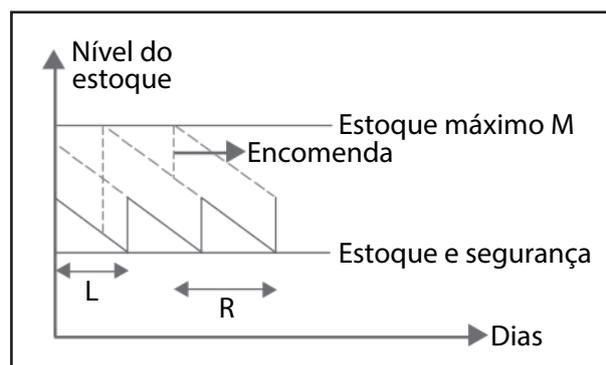


Figura 1 – Níveis de estoques de segurança
Fonte: Machline e Amaral Jr. (1998).

Faz-se necessário a quantificação das incertezas, ou seja, a verificação das probabilidades, associadas aos diferentes níveis de crescimento da demanda. Para tanto, é necessário conhecer as variações históricas da demanda. Assumindo-se que a demanda real se comporta, conforme uma distribuição normal (distribuição de forma aleatória), os valores necessários para caracterizar uma distribuição normal são a média e o desvio-padrão do período analisado (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007; MORAES; NUNES, 2017; SILVA *et al.*, 2016).

Com base nos valores apurados de desvio-padrão e da média da demanda, define-se o

nível de estoque de segurança que deverá ser mantido para o percentual de probabilidade definido, para que a demanda não seja atendida, ou seja, o nível de estoque de segurança necessário, para atender o NS, oferecido ao cliente (CAON; CORRÊA; GIANESI; 2007; MORAES; NUNES, 2017; PEINADO; GRAEML, 2007). A relação entre nível de serviço ao cliente e nível de estoque de segurança é definida pela equação 2.

$$E_{seg} = z \times \sqrt{LT} \times \alpha D \quad (2)$$

Fonte: (Caon; Corrêa; Gianesi; 2007; Peinado e Graeml (2007))

Onde:

E_{seg} = Estoque de segurança;

z = números de desvios-padrões;

LT = *lead time* de ressuprimento;

α = desvio-padrão estimado para a demanda futura

A tabela 1 apresenta o fator de segurança, correspondente a vários possíveis níveis de serviço. O fator de segurança representa o número de desvios-padrão oriundos da análise histórica da demanda, que se pretende inserir como variação para o cálculo do estoque de segurança para garantir o correspondente nível de serviço no atendimento (CAON; CORRÊA, GIANESI; 2007; PEINADO; GRAELM, 2007).

Tabela 1 – Fatores de segurança, em relação ao nível de serviço

Nível de Serviço	Fator de Segurança	Percentual de faltas esperadas (rupturas) (aprox.)
50%	0	40%
60%	0,254	28%
70%	0,525	19%
80%	0,842	12%
85%	1,037	7,7%
90%	1,282	4,4%
95%	1,645	2,1%
96%	1,751	1,6%
99,9%	3,100	0,3%
99,99%	3,620	0,01%

Fonte: adaptado de Caon, Corrêa e Gianesi (2007) e Peinado e Graeml (2007).

2.3 Classificação dos materiais

A curva ABC é uma forma de classificar todos os itens de estoque de um determinado sistema de operações. Essa classificação é realizada em três grupos distintos, baseados em seu valor total de uso. O objetivo da curva ABC é segregar em grupos os itens pelo seu comportamento, em um determinado período, para a definição de quais os diferentes sistemas de controle de estoques serão apropriados, resultando em um sistema total mais eficiente de custos (CAON; CORRÊA; GIANESI, 2007).

Uma forma comum de discriminar diferentes itens em estoque é fazer um relatório desses itens, de acordo com suas movimentações de valor (a taxa de uso, ou demanda, multiplicada por seu valor individual). Os itens com movimentação de valor particularmente alta demandam controle cuidadoso, enquanto aqueles, com baixas movimentações de valor, não precisam ser controlados tão rigorosamente. Geralmente uma pequena proporção dos itens totais, mantidos em estoque, são responsáveis por uma maior proporção do valor total em estoque. Esse fenômeno é conhecido como *lei de Pareto*, algumas vezes, referenciada como regra 80/20. É chamada assim porque tipicamente 80% do valor do estoque de uma operação é responsável por somente 20% dos itens estocados. Essa relação encontra uma pequena variação, conforme a literatura consultada, em que 20% dos itens podem variar entre 60% a 80% do valor de estoque (BALLOU, 2009; BOWERSOX *et al.*, 2013; PEINADO; GRAELM, 2007; SLACK *et al.*, 2010), conforme apresenta a figura 2.

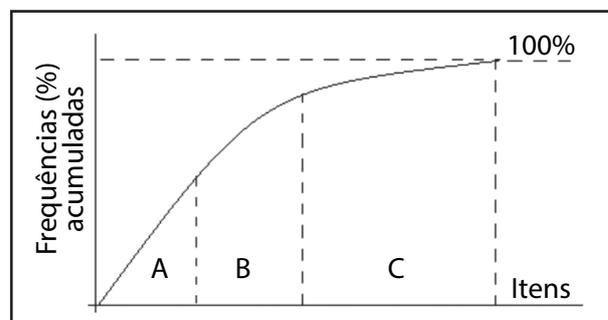


Figura 2 – Curva ABC
Fonte: Laktim e Mendonça (2017).

Também é possível elaborar a classificação ABC por demanda valorizada, empregando a seguinte rotina (BOWERSOX *et al.*, 2013; TUBINO, 2000):

- calcula-se a demanda valorizada de cada item, multiplicando-se o valor da demanda pelo custo unitário do item;
- colocam-se os itens em ordem decrescente de valor de demanda valorizada;
- calcula-se a demanda valorizada dos itens;
- calculam-se as percentagens da demanda valorizada de cada item, em relação a demanda valorizada total, podendo-se calcular também as percentagens acumuladas;
- em função dos critérios de decisão, são definidas as classes A, B e C.

Os materiais podem ser classificados de acordo com a sua popularidade. Essa popularidade expressa o número de movimentações efetuadas em um determinado período. Para essa análise, aplica-se a curva PQR. A PQR consiste na separação dos itens de estoque em três grupos de demanda, em um determinado período, por exemplo, anual ou mensal, em se tratando de produtos acabados, ou frequência de consumo, quando se tratarem de produtos em processo ou matérias-primas e insumos (FERRARI; REIS, 2009; MOTTA; CAMUZZI, 2017). Alguns itens podem ter uma taxa de uso muito alta, de modo que, se faltassem, muitos consumidores ficariam desapontados. A frequência de consumo ou de demanda é determinada pela catalogação das saídas de cada material dentro do estoque ou central de distribuição. A análise dos valores obtidos dará um resultado típico de classificação PQR, já que surgirão grupos que podem ser divididos em três classes (FERRARI; REIS, 2009; SLACK *et al.*, 2010):

- classe P: itens que possuem alta frequência de demanda ou consumo;
- classe Q: itens que possuem frequência de demanda ou consumo médio ou intermediário;
- classe R: itens que possuem uma baixa frequência de demanda ou consumo anual.

Para realizar a separação por frequências de saída dos itens em cada classe, são estabelecidas as seguintes percentagens a serem respeitadas, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Definição das Classes PQR

Classe	% em quantidade em estoque	% em frequência de saída
P	5	80
Q	15	15
R	80	5

Fonte: Adaptado de Ferrari e Reis (2009).

Portanto, são determinadas as posições de cada material dentro do armazém, visando a otimização dos processos de recebimento, estoque e expedição.

3 Método

Para fins de classificação quanto à natureza, essa pesquisa é uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimento acerca dos impactos do dimensionamento dos estoques em um objeto de estudo, que não utiliza nenhum método (PRODANOV; FREITAS, 2013). Em relação aos fins e objetivos, essa pesquisa é do tipo exploratória, pois a mesma envolve levantamento bibliográfico e análise dos dados do objeto de estudo, em função da demanda e *leads times* dos materiais analisados. A abordagem de pesquisa é do tipo quantitativa, visto que os dados serão analisados estatisticamente, através do cálculo da média e do desvio-padrão dos dados de demanda (MARCONI *et al.*, 2004; PRODANOV; FREITAS, 2013). O procedimento utilizado foi o Estudo de Caso, em que se analisou a forma como se efetua o dimensionamento de estoques e das compras no objeto de estudo. Os Estudos de Caso são descrições detalhadas, empíricas e particulares de um fenômeno e, normalmente, são baseados em uma variedade de fontes de dados. O Estudo de Caso é aplicado para desenvolver teorias sobre diversos temas, como processos de grupos, organização interna e estratégia (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007).

O trabalho iniciou com uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, procurando esclarecer os principais conceitos utilizados ao longo deste estudo. A coleta de dados foi realizada, através de relatórios da área de compras, de estoques e vendas, retirados do sistema integrado da empresa, durante um período de três meses, entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Esses dados eram gerados de forma

quinzenal. Além de entrevistas, com os analistas e gestores da área de compras e armazém e também através de observações diretas no local. Posteriormente, fez-se uso de planilhas eletrônicas para a análise dos dados montagem da proposta de aplicação de um método de análise e dimensionamento de estoques.

O método de trabalho executado na condução dessa pesquisa é apresentado pela figura 3.

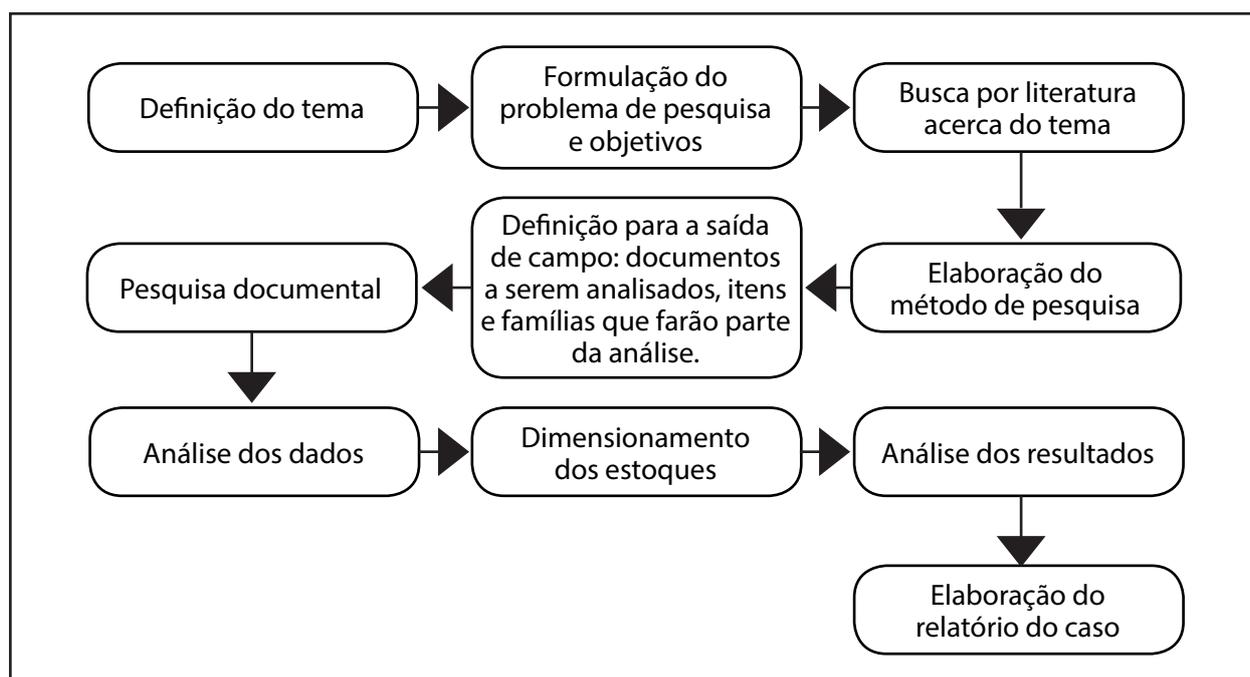


Figura 3 – Método de trabalho
Fonte: adaptado de Eisenhardt (1989).

4 Objeto de estudo e resultados

A empresa em estudo é voltada para a distribuição, comercialização e entrega de produtos de alumínio. Ela atende o segmento de pequenos, médios e grandes fabricantes de esquadrias, lojas de materiais de construção e decoração, construtoras, vidraceiros e consumidor final. A empresa possui 15 anos de atuação no mercado e é composta por uma unidade matriz, situada na região metropolitana de Porto Alegre, duas filiais, uma no interior do RS e outra em outro estado brasileiro. Essa organização comercializa perfis extrusados de alumínio e acessórios para construção de fachadas e esquadrias. O foco

deste trabalho são os perfis de alumínio, escolhidos pela sua representatividade em relação ao ABC de vendas (aproximadamente 75% dos itens comercializados pela empresa), por apresentarem a maior dificuldade de movimentação e armazenagem, pois trata-se de peças com 6 metros de comprimento e também pelo alto custo de manutenção de estoques.

A empresa trabalha com um *software* ERP de uma empresa especializada em desenvolvimento de *softwares* para gerenciamento de empresas distribuidoras. Esse ERP é utilizado pelo departamento de compras, para analisar o estoque existente, a necessidade de compras e gerar a emissão de ordens de compras, para posterior

envio, para os fornecedores. A equipe de compras da empresa é dividida em duas grandes áreas: compras para estoques que são vendidos, através de suas lojas de varejo e, compras para obras que são pedidos especificamente para obras de maior porte (pedidos sob encomenda), captados pela área comercial da empresa. Os pedidos, tanto de obras, como os de varejo, são enviados para o armazém da unidade matriz, onde são recebidos, conferidos, armazenados, faturados e expedidos, conforme necessidade dos clientes.

A empresa não realiza o dimensionamento de estoques. Ela realiza a análise desses, com base no espaço existente em estoque (armazém) e no valor financeiro existente no estoque. A empresa possuía um estoque total no valor de R\$ 4.234.960,25.

A partir dessas informações, efetua a análise se tem excesso ou falta de estoque, porém de forma pragmática, não utilizando nenhum processo estruturado de análise ou suporte à tomada de decisões. As decisões de compras da área de varejo são tomadas, através de uma análise, baseada nos dados oriundos do sistema ERP, considerando os dados históricos de demanda de cada item, geralmente de quatro a seis meses e através de uma média móvel desse histórico. Com base neles, a analista de compras gera a necessidade de compras e a emissão de ordens de compras.

Devido à crescente competitividade do mercado e ao encarecimento do crédito, sugeriu-se aos diretores da empresa a busca por formas melhores para a análise dos estoques existentes na empresa, com o propósito de

reduzir o valor em estoque e de qualificar o estoque com itens de maior giro que melhoraram o fluxo de caixa da empresa, em detrimento de itens com menor giro. A empresa trabalha com o conceito de curva ABC em seus itens, porém analisa somente a questão: quantidade versus valor do estoque, sem analisar a popularidade dos itens.

O ponto inicial do trabalho foi a definição da classificação de cada um dos itens, através de uma análise de sua classificação ABC e classificação PQR, visando atribuir um determinado nível de serviço desejado para itens com maior giro e popularidade. Para isso, foi solicitado um relatório de vendas por itens, onde constam, além da quantidade, o valor, data da emissão da NF (nota fiscal) e o número desse documento. Através desse relatório (atualizado quinzenalmente, para avaliar se ocorreram alterações nas classificações e, em decorrência no nível de serviço atribuído), os itens são distribuídos em tabelas e avaliados, conforme um *ranking* de quantidades vendidas, valor faturado e popularidade, para, através dessas três dimensões, definir qual a classificação de cada item dentro da classificação ABC. Isso foi feito, através de relatórios de faturamento, fornecidos pela empresa e a utilização de tabelas dinâmicas para ordenar e classificar os itens, conforme os valores de cada mês, para então efetuar a análise dos dados. Na tabela 2, apresenta-se um exemplo de tabela executada para a classificação PQR com a frequência quinzenal (um período = uma quinzena de demanda).

Tabela 2 – Exemplo da contagem de eventos para a realização das curvas ABC e PQR

Item	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Total	Média	Desvio-padrão
1	42	23	24	30	9	128	25,6	11,97
2	4	2	1	2	1	10	2	1,225
3	47	36	43	46	25	197	39,4	9,127
4	42	19	21	25	12	119	23,8	11,21
5	38	28	38	37	23	164	32,8	6,907

Fonte: Os autores (2017).

Para essa análise, utilizou-se três critérios: (a): análise de valor (em reais faturados); (b) análise de quantidade (por quantidade faturada); (c) análise de popularidade (quantidade de vezes que o produto aparece nas notas fiscais de

venda). Todos os itens foram analisados e classificados dentro desses três critérios. Um exemplo da análise efetuada sobre popularidade dos itens é apresentado na tabela 3, assim como na tabela 2, os períodos correspondem a cada quinzena.

Tabela 3 – Exemplo de classificação ABC

Item	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Total	Individual	Acumulado	Classificação do item
1	132	120	153	123	528	1,18	1,18	A
2	124	131	125	105	485	1,08	2,27	A
3	106	95	142	112	455	1,02	3,28	A

Fonte: Os autores (2017).

O resultado da distribuição dessa classificação entre os itens analisados e a quantidade dos mesmos, no objeto de estudo, é apresentada pela figura 4.

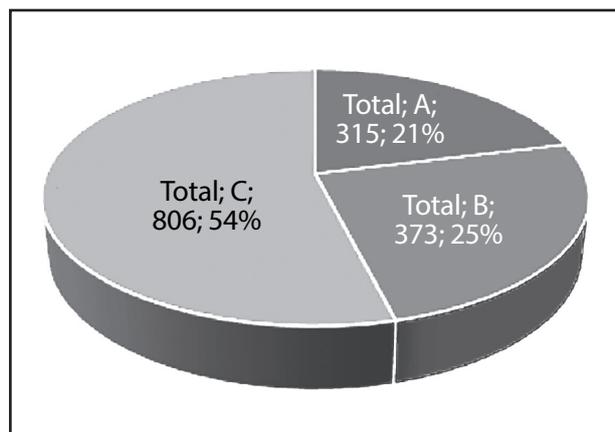


Figura 4 – Distribuição e quantidade dos itens vendidos por popularidade
Fonte: Os autores (2017).

Pela análise da figura 4, trezentos e quinze (315) itens (21% do total), são responsáveis por 80% do volume movimentado, em transações de faturamento pela empresa, elevando seu grau de importância, em relação aos outros itens considerados B e C, pela menor parcela de participação no faturamento. A mesma metodologia foi aplicada aos dois critérios restantes: quantidade e valor faturados.

Através dos três critérios (quantidade, valor e popularidade), pretendeu-se chegar a uma classificação ABC global, em que serão aplicadas políticas diferenciadas de estoques, tais como: nível de serviço desejado e compras para estoque ou somente, através de encomendas (vendas sob pedidos). Após a análise dos três critérios, foi realizada uma análise geral, cruzando esses três critérios, conforme o processo dimensionado e sugerido nesse estudo (tabela 4).

Tabela 4 – Exemplo de classificação geral de itens

Item	Classificação ABC por quantidade	Classificação ABC por valor	Classificação PQR	Classificação geral
1	A	A	R	B
2	A	A	P	1A++
3	A	A	R	B
4	A	A	R	B

Fonte: Os autores (2017).

Com o intuito de destacar os itens com maior movimentação e popularidade, que devem ter seus estoques melhor dimensionados e ter preferência no recebimento, conferência e armazenagem física pelo armazém da empresa, foi efetuada uma adaptação da classificação ABC, nos quais se definiu a classificação denominada de 1A++. Essa classificação consiste nos itens que obtiveram classificação “A” nas curvas ABC (valor e quantidade) e P (na curva PQR). Pela importância desses itens, estabeleceu-se que eles seriam analisados com nível de serviço 95% (2,1% de falta esperada), devido a sua necessidade de baixa ruptura (PEINADO; GRAEML, 2007).

O critério “1A++” foi definido internamente entre a equipe que acompanhou o estudo e a equipe de compradores da empresa, para diferenciar os itens pertencentes à curva A e que também figuram entre os itens mais populares, ou de

maior giro. Esse critério não figura em nenhuma literatura, utilizada neste artigo, sendo uma adaptação para facilitar a análise e diferenciar uma categoria de itens específica da empresa analisada.

Os critérios para definição foram os seguintes: itens classificados como “A” nas curvas ABC (valor e quantidade) e como “P” em popularidade, pela curva PQR, foram classificados como itens “1A++”. Quando se tem pelo menos uma classificação “A”, nas curvas ABC e um “P”, no critério popularidade, o item é considerado “A”. Quando um item é definido em ao menos uma classificação tipo “A” (de acordo com a curva ABC), seja na quantidade ou valor, e também for classificada como “P” (na classificação PQR), é considerado “B”. Porém, quando não existir nenhuma classificação “A” ou “P”, ele é considerado “C”.

A figura 5 apresenta os resultados da análise realizada no objeto de estudo.

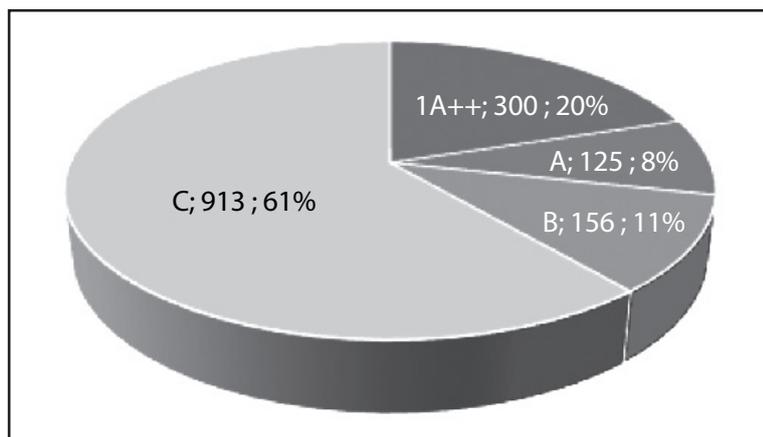


Figura 5 – Classificação dos itens vendidos
Fonte: Os autores (2017).

Uma vez definida a classificação dos itens e sua ordem de importância dentro da empresa (o que também definirá o seu nível de serviço), partiu-se para o dimensionamento dos estoques e das necessidades reais de compras. Para tanto, desenvolveu-se uma segunda análise, na qual foram inseridas as vendas mensais de cada um dos itens e aplicou-se a equação de estoque de segurança nesses itens.

Nesta segunda fase, para facilitar o aprendizado e a verificação dos resultados, definiu-se

um piloto, com algumas famílias de produtos que seriam analisadas, reduzindo a amostra de 1.494 itens para trezentos e vinte e dois (322) itens. Tais itens foram definidos pelos compradores da empresa por entenderem que pertencem a famílias de produtos com maior representatividade de vendas, portanto, devem ter seus estoques acompanhados e dimensionados.

Em uma planilha, foram relacionados os itens a serem dimensionados, bem como as informações necessárias para sua identificação

(código, família, etc), além das informações necessárias para o cálculo do dimensionamento, como custo atual do item e *lead time* médio de ressurgimento do fornecedor. Além dessas informações, também foram relacionadas a demanda dos últimos 4 meses.

Através do histórico da demanda, foram calculados as médias e os desvios-padrão de cada item e, em cima destas informações, foram calculadas as variações de consumo que são obtidas, dividindo-se o desvio-padrão do item pela sua respectiva média móvel. Os itens com variações abaixo de 100% entre a média e o desvio-padrão foram tratados como itens de estoque, ou seja, deveriam ser analisados e comprados, levando-se em conta a sugestão de compra da planilha, uma vez que sua demanda é mais constante e homogênea. Já itens com variações acima de 100% entre a média e o desvio padrão, deveriam ser analisados como itens de compra sob encomenda (ou itens sob pedido), devido à alta variação que existe no padrão de demanda desses itens. Na planilha desenvolvida, inseriu-se uma coluna, em que essa informação pode ser verificada pelo analista de compras, facilitando a análise.

Dessa forma, criou-se um filtro para evitar compras desnecessárias de itens com grande variação, devido ao seu comportamento de grande oscilação. Esses itens geralmente são itens utilizados em produtos ou cliente específicos e não têm venda constante, justificando a não manutenção de estoques. Pelo método antigo, baseado em médias móveis simples, esses itens eram comprados, gerando necessidade de caixa, espaço físico para armazenagem, utilização de mão de obra para movimentação e corriam o risco de sofrerem danos,

devido a excessivo tempo em que permaneciam estocados. Além disso, como eram calculados, através de médias móveis simples, muitas vezes, ao entrar o pedido para o item, o material em estoque não supria a necessidade, gerando uma nova compra para completar o pedido.

Nessa mesma planilha também foram dimensionados os estoques de segurança de cada item e, através desta informação e da classificação do item (1A++, A, B ou C), são calculadas as sugestões de compras já devidamente descontadas aquelas constadas no levantamento das ordens de compras cadastradas e ainda não recebidas. As classificações dos itens, quanto ao seu nível de serviço, ficaram conforme tabela 5.

Tabela 5– Definição de Nível de Serviço

Classificação do Item	Nível de Serviço
1A++	95%
A	95%
B	85%
C	50%

Fonte: Os autores (2017).

Através da análise realizada, a sugestão é de compras por itens, além do valor que deverá ser desembolsado, sem impostos, conforme apresenta a tabela 6. Dessa forma, o analista de compras poderá utilizar as informações da planilha para analisar, se o item é de estoque, com vendas homogêneas e constantes ou, se deverá ser realizada compras sob pedido, sem a manutenção de estoques. Pode-se verificar também as ordens já abertas desse mesmo item, o estoque disponível no armazém, na data, e ainda, os valores que serão necessários para efetuar a reposição dos estoques e de compras sob pedido, facilitando sua tomada de decisão.

Tabela 6 – Exemplo de definição da quantidade de compra (Quanto Comprar?)

Item	Família	Estoque Atual (kg)	Classificação	Compras já efetuadas (kg)	Quanto comprar? (kg)	Valor da compra sem impostos (R\$)
1	Tube	120	1A++	0	0	0
2	Tube	1	C	0	26	337,48
3	Tube	100,1	1A++	260	194	2052,52
4	Tube	0	B	0	710	7.511,80

Fonte: Os autores (2017).

A planilha também demonstra o valor do estoque dimensionado, em relação ao estoque atual existente na empresa (ilustrado pela tabela 7). Esse valor, visa balizar o analista de compras e os diretores da empresa, na busca de uma

maior assertividade em suas tarefas, visando reduzir itens com valores, acima do necessário, incrementar estoques que se encontram abaixo do necessário e acompanhar estoques com valores zerados (itens com ruptura).

Tabela 7 – Exemplo de dimensionamento de valores de estoques

Item	Família	Valor do Estoque atual (R\$)	Valor do estoque dimensionado (R\$)	Diferença entre os valores de estoque (R\$)
1	Tube	1.269,60	908,76	(360,84)
2	Tube	12,98	218,06	205,08
3	Tube	1.059,06	2.953,11	1.894,05
4	Tube	0	5.819,05	5.819,05
5	Tube	0	26.284,47	26.284,47

Fonte: Os autores (2017).

Após a análise dos dados, identificou-se uma grande divergência entre o estoque existente na empresa e o estoque dimensionado para o período. A figura 6 apresenta algumas

das maiores divergências encontradas entre o estoque calculado e o estoque real, no início das medições, no último período de análise.

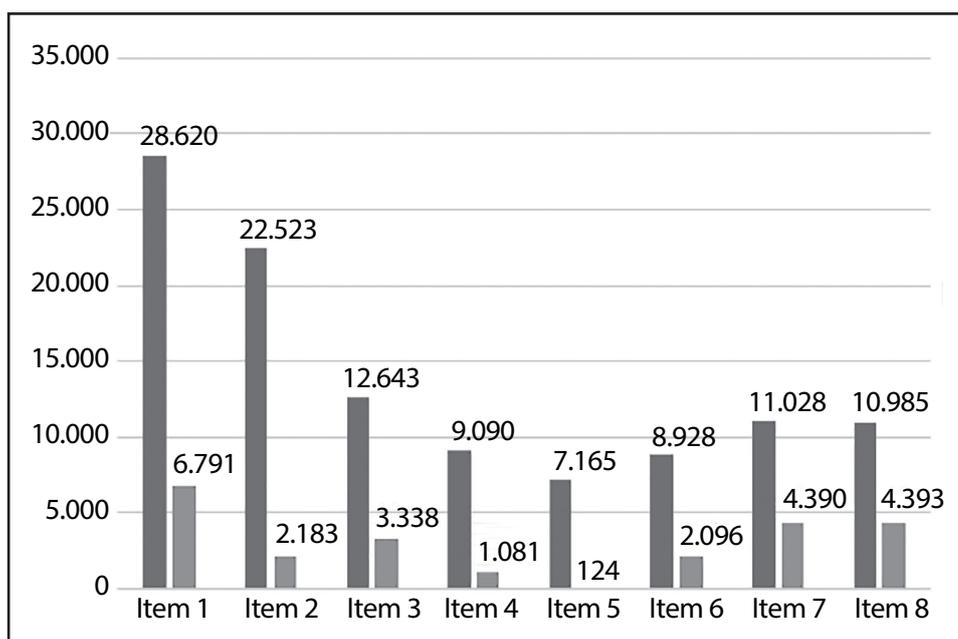


Figura 6 – Divergência entre estoques dimensionados e estoques no último período analisado

Fonte: Os autores (2017).

As barras escuras, à esquerda de cada item, que representam o estoque atual, demonstram o estoque existente na empresa na data da análise, enquanto as barras claras, que representam o estoque dimensionado, demonstram o estoque calculado pelo método

proposto. É possível verificar grandes oportunidades de redução estoques e melhorias de fluxo de caixa, além de otimização de espaços no armazém.

Porém, ao analisar pelas classificações dos itens, é possível observar uma melhor

alocação dos itens nas classificações em que tem um melhor giro de estoques, conforme apresenta a tabela 8:

Tabela 8 – Evolução dos estoques do grupo piloto – em kg

Itens	Período 1	Período 2	Período 3
1A++	14.147	12.360	19.477
A	1.407	2.265	1.812
B	1.729	3.002	2.121
C	4.629	4.457	3.886
Total	21.912	22.084	27.296

Fonte: Os autores (2017).

Apesar do grupo piloto ter apresentado um aumento de aproximadamente 25% em seu volume de estoque, em quilogramas (considerando todas as classificações), pode-se verificar uma melhor distribuição desse estoque entre os itens de maior rotatividade, sendo a classificação “1A++”, tendo a maior participação nesse aumento, o que, de certa forma, corrobora a intenção de disponibilizar um estoque maior (inclusive com a definição de um nível de serviço de 95% para esses itens), para itens com maior procura e maior participação na matriz de faturamento da empresa. Por outro lado, o grupo de classificação “C” teve uma redução da ordem de 16% em seu volume, pois, conforme a nova metodologia, esses itens devem ser avaliados e somente comprados em caso de pedidos de clientes.

Ao aplicar o dimensionamento dos estoques em todos os itens de perfis de alumínio extrusados da empresa objeto de estudo, pode-se observar uma possível redução para a empresa na ordem de R\$ 593.491,21, sendo dividido de acordo com classificação dos itens em: (i) Itens 1A++: incremento de R\$ 29.266,07; (ii) itens A: incremento de R\$ 1.270.144,09; (iii) itens B: redução de R\$ 396.947,57 e; (iv) itens C: redução de R\$ 1.495.953,80. Esses valores projetados demonstram o quanto a análise da demanda dos itens é fundamental as organizações. Pois, a partir da aplicação do dimensionamento de estoques, torna-se possível uma redução do estoque geral de perfis, na ordem de 10% nos valores dos estoques.

5 Conclusões

Para fins de verificação de resultados, foram utilizados apenas os itens do grupo piloto que foram analisados pelos compradores da empresa. O período de análise do projeto foi de três meses, entre dezembro de 2015 e fevereiro de 2016. Destaca-se o período em que o projeto piloto foi realizado, em que os feriados de final de ano e férias coletivas de fornecedores podem ter influenciado na oscilação de estoques, uma vez que a empresa aumentou a necessidade de compras em dezembro, para fazer frente ao período, em que os fornecedores estivessem em férias coletivas. O final do ano também é um período em que historicamente os fornecedores fazem um esforço extra para faturarem todos os pedidos em carteira, numa última tentativa de aumentar os resultados apresentados no exercício do corrente ano. Soma-se a esses fatores um *lead time* de entrega de 30 dias, em média, sendo alguns itens beneficiados, podendo chegar até a 45 dias, e essas oscilações no estoque podem ter influenciado o período de análise desse projeto piloto.

Os resultados dessa pesquisa enfatizam que a análise dos estoques e o dimensionamento dos mesmos podem contribuir com os resultados econômicos de uma organização. Ao aplicar o dimensionamento dos estoques em todos os itens de perfis de alumínio extrusados da empresa, objeto de estudo, observou-se uma redução de R\$ 593.491,21 (-14,01%), no montante do estoque atual, que era de R\$ 4.234.960,25. Em relação à classificação dos itens, os mais representativos (1A++), devem sofrer um incremento no valor de R\$ 29.266,07. Os itens A também devem possuir um incremento no valor de R\$ 1.270.144,09. No entanto, percebe-se que os itens de menor expressão, itens B e C devem ser reduzidos em R\$ 396.947,57 e R\$ 1.495.953,80 respectivamente. Assim, observa-se que existem estoques excedentes nos itens de menor giro e menor representatividade, em quantidade e valores, enquanto os itens de maior demanda dos clientes possuem uma defasagem, o que impacta diretamente no nível de serviço.

Outro fator que pesa sobre a análise é a crise econômica que se agravou ao final de 2015, reduzindo as vendas da empresa, enquanto que a redução e o dimensionamento de estoques não seguem a mesma dinâmica, tendo uma velocidade bem inferior de ajuste. Cabe também, neste momento, algumas colocações sobre as dificuldades encontradas na implantação do método de análise e dimensionamento de estoques. Inicialmente, a desconfiança de compradores e vendedores, quanto ao método proposto, pois a falta de familiaridade com os conceitos de estatística básica tende a gerar uma barreira para o entendimento do método. Naturalmente, os resultados (necessidade de compras) apresentados pela nova metodologia são diferentes dos obtidos pela antiga metodologia, gerando desconfiança. Outra dificuldade foi o domínio da ferramenta Excel, o que também gera desconforto e dúvidas frequentes dos compradores que necessitam inserir dados e analisar os resultados dos cálculos, para definir a necessidade de compras.

Contudo, mesmo com as dificuldades de entendimento e barreiras iniciais na implantação do projeto, bem como as dificuldades econômicas existentes no momento do estudo, que alteram o cenário de previsão de forma rápida, pode-se inferir que os resultados desses três meses de projeto piloto mostram-se promissores, principalmente no que tange à melhor distribuição dos recursos da empresa em produtos que têm maior giro e procura pelos clientes da empresa, além de reduzir itens com baixo giro, reduzindo materiais parados e possibilidades de avarias e obsolescência. Outra contribuição importante é a possibilidade de comparar os estoques dimensionados e os estoques existentes por item e, dessa forma, identificar oportunidades de melhorias, através da gestão e redução de estoques de itens excedentes.

Para futuros trabalhos, sugere-se a aplicação do projeto piloto, como mostrado na análise apresentada, considerando pelo menos seis meses de demanda.

Referências

AMORIM, L. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. 2015. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Estatísticas nacionais: produção de produtos transformados de alumínio**. 2017. Disponível em: <<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/transformados/producao>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

_____. Reformulating a logistics strategy: a concern for the past, present and future. **International Journal of Physical Distribution & Materials Management**, v. 23, n. 3, p. 30-38, 1993.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D. *et al.* **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CAON, M.; CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CASTIGLIONI, J. M. **Logística operacional**. São Paulo: Érica, 2007.

COX III, J. F.; SCHLEIER, J. G. **Handbook da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

_____; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: opportunities and challenges. **Academy of Management Journal**, v. 50, n. 1, 2007.

FERRARI, V. C.; REIS, L. F. A Utilização da armazenagem de materiais para se obter melhorias em um almoxarifado de uma instituição de ensino. In: ENCONTRO

- NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2009.
- GUERRA, J. H. L. Uma proposta para o processo de definição do estoque de segurança de itens comprados em empresas que fabricam produtos complexos sob encomenda. **Gestão e Produção**, v. 16, n. 3, p. 422-434, 2009.
- GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- JAEGER, V. N.; NUNES, F. L. Gestão de estoques em uma empresa de corte à laser: um estudo de caso. **Produção em Foco**, v. 6, n. 3, 2016.
- LAKTIM, R. J. R.; MENDONÇA, J. G. Curva ABC aplicada ao controle e gestão de materiais: estudo de caso em uma empresa de logística e transporte. **Revista de Trabalhos Acadêmicos - Universo Juiz de Fora**, v. 1, n. 6, 2017.
- MACHLINE, C.; AMARAL JR., J. B. C. Avanços logísticos no varejo nacional: o caso das redes de farmácias. **Revista de Administração de Empresas**, v. 38, n. 4, p. 63-71, 1998.
- MARCONI, M. A. *et al.* **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MORAES, D. S.; NUNES, F. L. Dimensionamento de estoques de segurança em uma empresa metalmecânica. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., Bauru, 2017. **Anais...** Bauru: UNESP, 2017.
- MORALES, G. **Metade das empresas fecha as portas no Brasil após quatro anos**, diz IBGE. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/09/1677729-metade-das-empresas-fecha-as-portas-no-brasil-apos-quatro-anos-diz-ibge.shtml/>>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- MOTTA, J. P. O. F.; CAMUZI, R. C. Sistemas de classificação de materiais aplicados à gestão de medicamentos: uma revisão narrativa da literatura. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 98, n.1, p. 1965-1985, 2017.
- NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.
- SILVA, D. R. *et al.* Avaliação dos impactos de gestão dos estoques em uma indústria metal mecânica: um estudo de caso no Brasil. **Revista Espaços**, v. 37, n. 5, 2016.
- SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2010.
- SOUSA, P. R.; SILVA, R. I.; BRAGA, B. C. A utilização de VMI para gestão de estoques na indústria calçadista brasileira: desenvolvimento de um modelo. **Revista GEPROS**, v. 12, n. 1, p. 123, 2017.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

