

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia de Produção
Orientador: Prof. Dr. André Cristiano Silva Melo



Larissa Mendes Carvalho
Leoni Mendes Ribeiro

**Proposta de Melhorias na Gestão de Estoques da Interface Manufatura-
Expedição: Uma aplicação de práticas *Lean Logistics* em uma empresa
produtora de cabos de cobre**

Belém
2017

LARISSA MENDES CARVALHO
LEONI MENDES RIBEIRO

**Proposta de Melhorias na Gestão de Estoques da Interface Manufatura-
Expedição: Uma aplicação de práticas *Lean Logistics* em uma empresa
produtora de cabos de cobre**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia de Produção, do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, da Universidade do Estado do Pará. Orientador: Prof. Dr. André Cristiano Silva Melo.

BELÉM
2017



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

“Proposta de Melhorias na Gestão de Estoques da Interface Manufatura-Expedição: Uma aplicação de práticas Lean Logistics em uma empresa produtora de cabos de cobre”. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito necessário para obtenção do título de Engenheiro de Produção pelos alunos **Larissa Mendes Carvalho** e **Leoni Mendes Ribeiro**, em 11 de dezembro de 2017, no Centro de Ciências Naturais e Tecnologia da Universidade do Estado do Pará - CCNT/UEPA, e aprovado pela Banca Examinadora, formada pelos seguintes membros:

Dr. André Cristiano Silva Melo – UEPA
Orientador

Dr. Léony Luis Lopes Negrão - UEPA
Avaliador 1

M.Sc. Vitor William Batista Martins – UEPA
Avaliador 2

Belém/PA, 11 de dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pois foi ele que permitiu que eu chegasse até aqui e é ele que guia os meus passos e me conduz a um caminho de realizações;

Agradeço aos meus pais Iremar Mendes e Raimundo Carlos Carvalho pois foram eles que sempre investiram e acreditaram em mim, incentivando a realização dos meus sonhos e proporcionando-me oportunidades. Eles são meu maior exemplo e motivação;

Agradeço ao meu parceiro na realização deste trabalho, Leoni Ribeiro, pois ele muito contribuiu neste estudo e na vida, mostrando-se um grande amigo para todas as horas;

Agradeço ao corpo docente da Universidade pois foi de extrema importância na minha qualificação. Agradeço em especial ao professor André Melo, pois foi ele que, com muita paciência e sabedoria, orientou o desenvolvimento deste estudo, sempre dando o seu melhor para incentivar-nos a fazer um bom trabalho; ao professor André Clementino, que esteve presente desde a monitoria no LEP; e ao professor Antônio Batista que muito despertou o meu interesse pelo curso, com alto nível de ensino, que me motivou a dar sempre o meu melhor.

Agradeço à toda a equipe da UEPA, em especial ao coordenador do curso, Vitor Martins, sempre atencioso. Agradeço também ao meu orientador de pesquisa no exterior, Dominik Kalisch, que foi um anjo na minha vida e me proporcionou uma das melhores experiências acadêmicas.

Agradeço aos amigos que construí na empresa júnior; aos amigos da turma de 2012, em especial à Ana Flávia e à Larissa Queiroz, que foram minhas parceiras em trabalhos, estudos e na vida; e aos amigos da turma de 2013, pela qual desenvolvi enorme carinho, em especial à Ana Beatriz.

Agradeço aos meus amigos de intercâmbio que, mesmo a distância, continuam comigo estimulando cada passo rumo ao sucesso, em especial à Ursula, Maíra e Jhenyfer.

Agradeço ao meu namorado Victor Morgado que sempre me incentivou a fazer o meu melhor e a buscar o meu desenvolvimento profissional e a realização dos meus sonhos.

Por fim, agradeço a todos os colegas de trabalho, com os quais muito aprendi, em especial àqueles que se tornaram grandes amigos: Anna Paula Pinho, Lucas Chelles e Ana Carla Gomes.

Larissa Mendes Carvalho

AGRADECIMENTOS

Venho por esta agradecer primeiramente a minha família que sempre apoiou os meus estudos, nunca deixando que faltasse nada para que eu pudesse me formar como profissional e ser-humano.

Agradeço ao meu pai Raimundo Ribeiro Filho por me educar, por estar sempre comigo, por batalhar todo dia pela nossa casa, por ser um grande amigo e por todo carinho que me foi dado.

Agradeço a Maria da Conceição Ramos Cunha por ser a pessoa que cuidou de mim desde sempre, por toda educação que me foi dada e pelo amor incondicional.

Agradeço a todos os meus irmãos que fizeram parte do meu desenvolvimento como pessoal e por tudo que me foi ensinado.

Agradeço aos meus tios Marconi Ribeiro, Ruth Bordó e ao meu primo Marconi Ribeiro por sempre apoiarem minha educação e por todo carinho.

Agradeço aos meus padrinhos Cristina e Guilherme Von Paumgarten que sempre estiveram comigo e com a minha família, nos bons e maus momentos, sempre dando apoio e muito carinho.

Agradeço a minha parceira, Larissa Mendes Carvalho, por todo apoio que foi dado no desenvolvimento do trabalho, sendo sempre proativa e buscando atingir o melhor resultado possível, porém, agradeço principalmente por ter se tornado uma grande amiga.

Agradeço a todo corpo docente da Universidade do Estado do Pará. Agradeço especialmente ao professor André Melo, que nos orientou no desenvolvimento deste trabalho e por toda experiência que nos foi passada no decorrer do curso; ao professor Hélio Ferreira por todo apoio quando foi coordenador do curso de Engenharia de Produção e pela orientação na iniciação científica; a professora Fátima Araujo por todo apoio dado durante o curso, sempre orientando muito bem todos os alunos; ao professor Antônio Batista por todos os ensinamentos que nos foi passado e pelo grande interesse no desenvolvimento profissional dos alunos da Universidade.

Agradeço a todos os meus colegas do curso e Engenharia de Produção, em especial aos meus amigos da Turma de 2012 e ao meu grupo de trabalhos. Agradeço também aos meus colegas da Turma de 2012 de ambiental.

Agadeço a todos os meus amigos pelo apoio e carinho que sempre me foi dado.

Leoni Mendes Ribeiro

RESUMO

Apesar de, muitas vezes, o processo de estocagem parecer simples, ele representa um custo necessário e de complexa otimização já que é ele que dá segurança ao gestor e proporciona maior agilidade no que diz respeito a atender aos clientes. O desafio está em encontrar um ponto de gestão ótima destes estoques, de modo a reduzir ao máximo os custos que ele representa e aumentar sua funcionalidade no atendimento às demandas. O presente trabalho teve como objetivo propor um modelo adequado de gestão de estoques para uma empresa fabricante de condutores elétricos, atuante no Estado do Pará. O estudo foi baseado em uma abordagem *Lean*, mais precisamente, em princípios e ferramentas da Logística Enxuta (LE ou *lean logistics*), de modo a considerar também seus *trade-offs*. A metodologia envolveu estudos bibliográficos, levantamento de dados com auxílio de entrevistas, visitas, buscas no banco de dados da empresa objeto de estudo, mapeamento de processos, além de análises das ferramentas *lean logistics* viáveis e propostas de uma potencial aplicação das mesmas. Dentre estas, as ferramentas *Kanban*, *5S*, *Kaizen*, *Poka-yoke* e relatório A3 foram propostas e dentre seus *trade-offs* logísticos concluiu-se que possivelmente seriam alcançadas melhorias no nível de serviço dos componentes logísticos estoques, instalações e informações, enquanto seriam reduzidos custos dos componentes estoque e instalações. A utilização de ferramentas de LE na gestão de estoques ainda é um tema pouco abordado, porém com estas pode-se reduzir os tempos de resposta da empresa ao cliente quanto à prazos de entrega, proporcionar maior confiabilidade nos estoques, maior facilidade de localização de itens nestes e reduzir possíveis desperdícios.

Palavras-Chave: Gestão de Estoques; Práticas Lean; Logística Enxuta; Trade-offs Logísticos.

ABSTRACT

Although the stocking process often seems simple, it actually represents a necessary cost with a complex optimization since it gives security to the manager and provides greater agility when it comes to serving customers. The challenge is to find an optimal management point for these stocks, in order to minimize the costs it represents and increase its functionality in correctly meeting the demands. The present study aims to analyze and propose an adequate inventory management model for a company that produces electric conductors in the state of Pará, Brazil. The study will be based on a Lean approach, more precisely on principles and tools of Lean Logistics, also considering its trade-offs. The methodology involves bibliographic studies, data collection through interviews, visits and searches in the company's database, processes' mapping, as well as lean logistics tool analyzes and proposals for applying them in the future. In this contest the tools Kanban, 5S, Kaizen, Poka-yoke and A3 were proposed for being used and through the analyses of their logistic trade-offs it was concluded that it would be reached potential improveness at the level of service of the logistic components stocks, installations and information, while it would be reduced the costs of the components stocks and installations. The use of Lean Logistics tools in inventory management is still a little discussed, but with these, the company's response time to meet the customer's demand can be reduced, improving the reliability in inventories and making it easier to locate the items, besides the reduction of wastes.

Keywords: *Inventory Management; Lean Practices; Lean Logistics; Logistics Trade-offs.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Relatório A3	20
Figura 2 – Fluxograma do processo de estocagem e atendimento ao cliente	24
Figura 3 – Diagrama de Pareto (Atrasos x Não-conformidades)	24
Figura 4 - Distribuição de Ferramentas LL mais utilizadas pelos autores referenciados	30
Figura 5 – Potenciais causas para os atrasos no atendimento ao cliente	31
Figura 6 – Atual disposição dos itens em estoques na fábrica	34
Figura 7 - Leiaute atual da Fábrica com ampliação do espaço de Estoque	35
Figura 8: Exemplo de Porta-bobinas	35
Figura 9 - Modelo de encaixe do carretel no porta-bobinas	36
Figura 10 - Novo leiaute de estoques proposto, com porta-bobina	36
Figura 11 - Novo leiaute proposto dividido por colunas e capacidades	37
Figura 12 – Modelo de relatório A3	39
Figura 13 - Exemplo da planilha de controle de estoque utilizada no início do estudo	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– 7 perdas para a Produção Enxuta	15
Quadro 2 – 7 perdas da Produção Enxuta adaptadas para a Logística Enxuta	15
Quadro 3 – Descrição das perdas em LE	15
Quadro 4 - Ferramentas mais utilizadas por autores em <i>Lean Logistics</i>	30
Quadro 5 – Causas enquadradas as 7 perdas da Logística Enxuta	31
Quadro 6 - Divisão de cabos mantidos em estoque e suas localizações	38
Quadro 7 - Análise de melhorias da proposta <i>Kanban</i> e <i>Trade-offs</i> logísticos	41
Quadro 8 - Análise de melhorias da proposta 5S e <i>Trade-offs</i> logísticos	42
Quadro 9 - Análise de melhorias da proposta <i>Kaizen</i> e <i>Trade-offs</i> logísticos	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Curva “ABC” para os itens da empresa objeto da pesquisa	32
Tabela 2 – Resultados dos cálculos de lances mínimos	33
Tabela 3 - Dimensionamento de cartões Kanban e quantidades em estoque	33
Tabela 4 – Totais de materiais em estoque	34
Tabela 5 – Comparação entre o estoque médio real para o mês de junho de 2017 e o valor simulado utilizando a proposta <i>Kanban</i> (JIT)	34

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	8
2. REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 LOGÍSTICA ENXUTA	11
2.2 PRÁTICAS RELACIONADAS À FILOSOFIA <i>LEAN</i>	14
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	18
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	18
3.2 ETAPAS DE CONCEPÇÃO DO ESTUDO	18
3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS	19
3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	20
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA OPERAÇÃO E DO PROBLEMA EM ANÁLISE	20
4.3 METODOLOGIA DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO	21
4.4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO	26
4.5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES	48

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O mercado está cada vez mais competitivo, portanto as empresas estão sendo obrigadas a procurar métodos e soluções mais eficientes. “Devido à necessidade de sobrevivência diante da concorrência, as empresas buscam cada vez mais vantagens competitivas através da redução de custos e da busca por maior produtividade e melhoria contínua em seus processos” (BENEVIDES, ANTONIOLLI e ARGOUD, 2013).

Segundo Novaes (2016), neste contexto as empresas começaram a procurar na logística então, novas soluções para obter vantagens na cadeia de suprimentos tratando a logística estrategicamente e não focando apenas em pequenos processos. O autor afirma que tal mudança acarretou uma proximidade dos agentes da cadeia de suprimentos, gerando mais parcerias e uma grande troca de informações que não ocorria antes. A logística mostrou-se então um ponto estratégico nas empresas que buscam aumentar sua participação no mercado.

Ainda neste contexto de busca por vantagens competitivas, aplica-se tratar o conceito de Filosofia *Lean*, a qual busca uma maior eficiência nos processos através de redução de desperdícios e ações que não agregam valor ao produto. Esta filosofia teve origem no sistema toyota de produção, sobre o qual Figueiredo (2006, p. 1) cita que:

Este sistema era *lean* por uma série de razões: Requeria menos esforço humano para projetar e produzir os veículos, necessitava menos investimento por unidade de capacidade de produção, trabalhava com menos fornecedores, operava com menos peças em estoque em cada etapa do processo produtivo, registrava um menor número de defeitos, o número de acidentes de trabalho era menor e demonstrava significativas reduções de tempo entre o conceito de produto e seu lançamento em escala comercial, entre o pedido feito pelo cliente e a entrega e entre a identificação de problemas e a resolução dos mesmos.

Mesmo tendo sua origem na manufatura, a Filosofia *Lean* não está restrita à fabricação pois abrange diversas outras áreas, como o desenvolvimento de novos produtos e serviços, podendo ser adaptada de diversas maneiras. “Apesar dos princípios *Lean* terem sua origem na produção, eles podem ser aplicados universalmente. Isto já não diz respeito somente ao fluxo de materiais nas operações produtivas, mas, principalmente, ao fluxo de informações” (DE OLIVEIRA LINDGREN, 2017, p. 1). Sobre este assunto, Pinheiro e Toledo (2016) também defendem que a aplicação da abordagem *Lean* apenas nos processos fabris restringiria a obtenção dos seus potenciais benefícios, já que a constante busca pela eliminação dos desperdícios passou a ser papel não só da manufatura, mas também das diversas áreas da organização cujos resultados impactam diretamente o processo produtivo e o desempenho do produto e do processo.

Neste contexto, o objeto de estudo foi uma Fabricante de vergalhões e cabos condutores elétricos situada no município de Barcarena, Pará, atualmente produzindo

condutores de cobre e alumínio para transmissão, distribuição e instalações internas. A empresa sofreu uma grande mudança no seu modelo de negócios no ano de 2016, quando foram introduzidos novos produtos no portfólio. A principal mudança foi a criação da fábrica de condutores de cobre já que, antes desse feito, a empresa apenas trabalhava com condutores de alumínio. O mercado de cobre apresentou-se diferente do mercado de condutores de alumínio, com menores prazos e a necessidade de uma melhor gestão de estoques de produtos acabados para atender mais satisfatoriamente à demanda.

O presente trabalho atuou, então, no sentido de propor melhorias na gestão de estoques de cabos de cobre, na interface manufatura-expedição, baseado em princípios da logística enxuta, haja vista que a situação atual da empresa objeto de estudo tem grande ocorrência de atrasos no atendimento ao cliente e até perdas de vendas e, segundo Figueiredo (2006) o conceito de logística enxuta é amplo e envolve iniciativas que visam a criação de valor para os clientes mediante um serviço logístico realizado com o menor custo total para os integrantes da cadeia de suprimentos.

Portanto, a partir da realização deste trabalho, buscou-se responder a seguinte questão norteadora: Baseado nos princípios da logística enxuta, que melhorias podem ser alcançadas na gestão de estoques de cabos de cobre na interface manufatura-expedição, adequada às operações logísticas de uma fábrica de condutores elétricos, evitando atrasos no atendimento aos clientes?

O estudo justifica-se no fato de que atualmente está cada vez mais difícil obter-se vantagem competitiva duradoura por meio das características dos bens produzidos, já que estes podem ser mensurados, testados e dissecados; portanto, em sua maioria, o que é produzido hoje é passível de cópia ou substituição (PINTO *et al.*, 2013). Neste contexto, a gestão da logística dos estoques é hoje uma rica fonte para exploração estratégica e obtenção de vantagens competitivas por meio da supressão dos desperdícios e, conseqüentemente, da redução de custos, conforme dita a Filosofia *Lean*.

Apesar da sua aparente simplicidade, o estoque frequentemente representa uma grande oportunidade para a redução de custos, por isso Senna *et al.* (2016) ressalta que o princípio básico do *lean* é a eliminação de desperdícios em todas as formas, mas a sua maior ênfase deve estar relacionada aos estoques.

De acordo com Ohno (1988 *apud* BENEVIDES, ANTONIOLLI e ARGOUD, 2013), o estoque dá segurança ao gestor, por isso é algo necessário, o problema surge da má gestão do mesmo. Para combater esse mal seria preciso buscar apenas aquilo que é necessário,

quando necessário e na quantidade necessária, uma vez que a superprodução promove a estocagem de produtos defeituosos, tido como uma perda severa para o negócio.

Ainda se tratando do conceito *Lean*, a abordagem do consumo enxuto, introduzida por Womack e Jones (2005), indica que os consumidores devem ter mais facilidade e menos aborrecimentos ao tentar exercer seus papéis de consumidores. Assim, as empresas devem adotar práticas com o objetivo de eliminar ineficiências em seus processos de produção e atender mais satisfatoriamente seus consumidores, aumentando seus níveis de serviços, oferecendo exatamente o que os clientes querem, onde eles querem, quando eles querem. Deste modo, o nível de serviço será um diferenciador perante o mercado.

Neste contexto, este trabalho visou propor melhorias ao processo de gestão de estoques, em uma empresa produtora de condutores elétricos de cobre localizada no município de Barcarena-PA, baseadas em conceitos, ferramentas e práticas de Logística Enxuta, com vistas a potencializar reduções de tempos de resposta e atendimento ao cliente, buscando elevação dos níveis de atendimento aos seus consumidores e visando assim, atingir um número maior de clientes satisfeitos, de vendas e, conseqüentemente, de lucratividade.

Segundo O Setor Elétrico (2017, p. 56):

A indústria elétrica e eletrônica tem apresentado melhora em alguns indicadores do setor, no entanto, não se verifica reversão completa dos resultados. A atividade do setor permanece retraída. Esta é a conclusão da mais recente avaliação setorial realizada pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), divulgada no fim do ano passado.

Fabricantes e distribuidores de fios, cabos e acessórios preveem leve melhoria do setor para este ano de 2017, mas a construção civil desaquecida e a desaceleração econômica brasileira são fatores que podem comprometer negativamente os resultados.

Deste modo, diante da recessão econômica ainda apresentada, as empresas do setor de condutores continuam diante de necessidade de adoção de estratégias de diferenciação e busca por vantagem competitiva, o que pode ser obtido por meio da aplicação dos princípios *Lean*.

Neste sentido, este trabalho foi organizado de modo que no primeiro capítulo foram apresentados o contexto geral, problema de pesquisa, justificativa e objetivo da pesquisa. No segundo capítulo, foi apresentado o referencial teórico, expondo o estado da arte de estudos já desenvolvidos sobre filosofia *Lean* e suas aplicações na logística, especificamente em estoques. Foi apresentada no terceiro capítulo a metodologia utilizada ao desenvolvimento da pesquisa. O quarto capítulo abordou a aplicação do estudo e os resultados obtidos, conforme proposto. No quinto capítulo foram apresentadas as considerações finais do estudo, baseando-se nos objetivos propostos, e a resposta à questão da pesquisa, além de sugestões para futuros desenvolvimentos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste tópico são apresentados os principais conceitos e princípios da Produção Enxuta, da Logística Enxuta (LE) e da aplicação desta última em problemas relacionados à gestão de estoques. Serão também apresentadas as ferramentas da LE utilizadas no estudo.

2.1 LOGÍSTICA ENXUTA

Os conceitos de Produção Enxuta (*Lean*) surgiram por volta da década de 50, quando Taiichi Ohno e Shingeo Shingo começaram a desenvolver novas formas de gerenciar a produção da indústria automobilística Toyota, que logo se destacou por melhorar a produtividade e reduzir desperdícios, focando na melhoria contínua e, deste modo, apresentando grandes resultados baseadas em um objetivo em comum: Aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios. Esse processo ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) ou Sistema *Lean Manufacturing* (Produção enxuta) porque utilizava menos recursos comparativamente à produção em massa, de Henry Ford (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A meta do sistema *Lean* de produção é produzir cada vez mais com menos, ou seja, reduzir custos de mão de obra, reduzir o consumo de matéria-prima ou aproveitar melhor os recursos adquiridos para a fabricação dos produtos (OLIVEIRA, 2014; DE SOUZA, 2016).

Quando a filosofia *Lean* é aplicada à logística acaba gerando uma melhoria no desempenho operacional nas empresas e permite que elas melhor atendam às demandas de mercado no que se refere a qualidade na prestação dos serviços, tornando-se um diferencial competitivo (LOOS, 2016; BELLI, 2012).

Ainda no que diz respeito à aplicação da filosofia *lean* na logística, os autores Ferreira e Magno (2013) citam o *Just-in-time* (JIT) como uma das principais abordagens e afirmam que a Logística Enxuta (LE) busca a implementação de sistema puxado com reposição nivelada e frequente, em pequenos lotes ao longo da cadeia de suprimentos, para trabalhar-se de maneira mais alinhada com a demanda.

Alves e Dos Santos (2013) afirmam que a logística só pode ser considerada enxuta quando o pensamento enxuto é aplicado para que se consiga uma redução nos recursos utilizados, simplificar fluxo de informações, aumentar giro de estoques e diminuir a movimentação necessária para realizar os processos.

Para Camelo *et al.* (2010, p. 5):

A aplicação da metodologia enxuta em um sistema logístico tem o objetivo de simplificar os processos, através da identificação do que agrega ou não valor, buscando sempre minimizar custos com a redução e/ou eliminação de desperdícios e ao mesmo tempo maximizar o valor agregado ao cliente. Se bem aplicada essa metodologia contribuirá com o objetivo da logística que é aumentar os níveis de

serviços e diminuir os custos totais. Além de caracterizar-se como uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes em qualquer segmento de atuação, a sua aplicação impacta diretamente na confiabilidade, flexibilidade, estabilidade e capacidade de reação do sistema logístico.

Taiichi Ohno (1997 *apud* SILVA e TEODORO, 2016) propôs um conjunto de sete perdas para a produção, são elas: 1) Superprodução; 2) Transporte; 3) Superprocessamento; 4) Defeitos; 5) Movimentação; 6) Esperas; e, 7) Estoque. Tais perdas são descritas conforme o Quadro 1.

Quadro 1– 7 perdas para a Produção Enxuta

PERDAS	DESCRIÇÃO
Perdas por superprodução	Excesso de inventário de produto acabado
Perdas por espera	Espera por materiais, pessoas, equipamentos ou informações
Perdas por transporte	Transporte ineficiente ou excesso de movimentação de materiais
Perdas por movimentação	Movimentos improdutivos ou inúteis dos funcionários e/ou máquinas
Perdas por Super processamento	Processos que não agregam valor ao cliente
Perdas por estoque	Elevados níveis de estoque de matéria-prima
Perdas por defeitos	Produto fora das especificações, gerador de retrabalho

Fonte: Silva e Teodoro (2016).

Bañolas (2017) analisou as diferenças entre os princípios das perdas na produção enxuta e na LE e propôs uma comparação, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – 7 perdas da Produção Enxuta adaptadas para a Logística Enxuta

7 PERDAS NA PRODUÇÃO ENXUTA	7 PERDAS NA LOGÍSTICA ENXUTA
Perdas por superprodução	Superoferta por quantidade
Perdas por transporte	Superoferta por antecipação
Perdas por processamento	Perdas por processamento
Produtos defeituosos	Perdas por defeitos
Perdas por movimentação	Perdas por movimentação
Perdas por esperas	Perdas por esperas
Perdas por estoque	Perdas P (previsão, planejamento, programação, prazo)

Fonte: Bañolas (2017).

O autor apresentou ainda uma descrição das perdas na LE, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição das perdas em LE

7 PERDAS NA LE	DESCRIÇÃO DE CADA PERDA
Superoferta por quantidade	Quantidade que excede a necessidade, resultando em excesso de estoque
Superoferta por antecipação	É a quantidade enviada para o cliente em antecipação ao momento do consumo.
Perdas por esperas	É quando um produto espera por um recurso para ser processado.
Perdas por defeitos	São defeitos surgidos durante um processo logístico que resultam em avarias
Perdas por movimentação	Movimentos inúteis e desnecessários.
Perdas por processamento	São falhas, perdas e desperdícios ao processar os pedidos.
Perdas P	Variação de necessidades. Ligadas a previsão, planejamento, programação e prazo.

Fonte: Bañolas (2017).

O estoque, muitas vezes, é encarado como uma perda na LE, devido ao fato de ser identificado como um ativo das empresas. Para a LE o excesso de estoques é considerado fator de perda (superoferta), não a existência do estoque em si, sendo na verdade um componente logístico (BANÖLAS, 2017).

A gestão de estoques deve buscar atender as diferentes demandas do mercado no menor período de tempo possível, porém, evitando o abastecimento desnecessário. Portanto, a gestão de estoques é essencial para se evitar a imobilização de capital, que pode ser alocado para outras atividades empresariais, e pode ser positivamente impactada pela aplicação dos princípios de *lean manufacturing* em seus processos (BENEVIDES, ANTONIOLLI e ARGOUD, 2013).

Com o passar dos anos e o aperfeiçoamento da filosofia *lean*, descobriu-se que os ganhos gerados por sua aplicação e suas ferramentas poderiam ser expandidos para toda a organização, ampliando assim os resultados e um dos setores onde esses resultados são mais visíveis é o setor de gestão de estoques, uma vez que ele está intimamente ligado à cadeia produtiva, desde a concepção do projeto inicial do produto, até a expedição final (BENEVIDES, ANTONIOLLI e ARGOUD, 2013).

Pinto *et al.* (2013) explicam que a gestão dos estoques está diretamente ligada à lucratividade da empresa e seus custos estão entre os maiores, devendo-se então garantir o giro cada vez mais rápido das mercadorias, sem colocar em risco o abastecimento das linhas de produção ou o atendimento aos pedidos. Deste modo, deve-se buscar manter os materiais em níveis mínimos, ou seja, apenas em quantidades que proporcionem o menor impacto financeiro, considerando sua rotatividade para impedir acréscimo do nível de produtos obsoletos e impróprios para utilização. Porém, o sistema *lean* não recomenda que não se deva manter estoques, pois isto pode ser perigoso.

Segundo Pinto *et al.* (2013, p. 116):

Em geral, pode-se dizer que os estoques existem para compensar a defasagem entre o que é previsto e o que é demandado, ou porque os recursos produtivos são incertos e requerem pulmões, ou até mesmo em consequência de operações de transporte, terceirização, ou questões estratégicas relacionadas ao aproveitamento de preços baixos e fretes com significativo valor percentual no custo do produto. Vistos desta maneira e utilizados de forma a evitar a estocagem desnecessária, entende-se que os estoques funcionam como reguladores do fluxo produtivo e agregam valor percebido pelo consumidor final.

Atender aos clientes com nível de serviço satisfatório, garantindo sua fidelidade pode significar ter que garantir a pronta entrega de alguns produtos. Neste sentido, os estoques para a pronta entrega de bens são parte de um planejamento estratégico para obtenção de vantagem competitiva (PINTO *et al.*, 2013).

2.2 PRÁTICAS RELACIONADAS A FILOSOFIA *LEAN*

Segundo Zhang *et al.* (2016), *Kanban*, 5S, *Kaizen*, mapeamento do fluxo de valor (MFV) e *poka-yoke* são ferramentas *lean* populares, além de outras como a troca rápida de ferramentas e a manutenção produtiva total, por exemplo. O autor cita também outras ferramentas que são comuns à metodologia *lean* e à metodologia seis sigma, como Cinco porquês, diagrama de *Ishikawa*, Diagrama de Pareto e PDCA. Do mesmo modo, Enrique (2016) demonstra que as ferramentas *Lean* mais recorrentes na literatura são o *Just in Time* (JIT), 5S, *Poka-Yoke*, Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) e *Kanban*. No entanto, como o foco do presente trabalho é a aplicação de ferramentas *lean* na logística (*Lean Logistics* - LL), foi realizado um levantamento das principais ferramentas utilizadas em artigos e teses relacionados a esta abordagem LL, principalmente na gestão de estoques, e analisadas a viabilidade de aplicação destas na empresa objeto de estudo. Estas ferramentas são:

2.2.1 Sistema *Just in Time* utilizando a ferramenta *Kanban*

O Sistema *Just in time* (JIT) foi criado pela Toyota com o intuito de reduzir custos. Com uma abordagem abrangente, o JIT caracteriza-se como uma filosofia que envolve a empresa inteira e que precisa de incorporação de disciplina na cultura da empresa para que tenha resultado positivo. A maior preocupação do JIT é aumentar continuamente a qualidade dos processos, aprimorar a produtividade global e reduzir desperdícios. O JIT tem como base reduzir ao máximo a utilização dos recursos da empresa, buscando o atendimento apenas da demanda correta, na tentativa de gerar um sistema puxado na organização e controlar os estoques, podendo gerar uma redução drástica dos estoques e impactar nas finanças, além de ocultar falhas no processo produtivo (CARREIRA e SOBRINHO, 2014; FERREIRA e MAGNO, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015; ROSSI, CUNHA e PACHECO, 2016; SILVA e TEODORO, 2016).

O nível de estoque de segurança se altera de acordo com a variação das diferenças entre o que foi previsto e o que é demandado. A otimização dos estoques ocorre quando se produz exatamente o que é demandado, sem oscilações. Este é um dos princípios da gestão *lean* com a ferramenta JIT (PINTO *et al.*, 2013).

O JIT, de acordo com Oliveira *et al.* (2015), inclui diversos programas de ação, dentre eles: redução do tempo de preparação e dos tamanhos de lote, objetivo de “zero defeito” na fabricação, foco na melhoria contínua dos processos, melhoria do trabalhador e manufatura celular.

O *Kanban* é uma ferramenta *Just in Time* simples e visual, caracterizando-se pela solicitação de produção, apenas quando necessário. O sistema *Kanban* consiste na utilização

de cartões ou etiquetas que sinalizam quando deve ser solicitada a reposição do estoque ou o início da produção, desta forma programando as reposições de material. As cores geralmente indicam a urgência de reposição para cada item (ALVES e DOS SANTOS, 2013; FERNANDES, 2017; MAGALHÃES, 2014).

O *Kanban* permite que a produção tenha o controle do seu nível de estoque de forma mais visual, informando quando será necessário produzir um novo lote. Cada produto tem seu cartão *Kanban* com seus códigos, quando o material é retirado do estoque, o cartão fica para identificar o novo material que deverá chegar imediatamente após a saída do primeiro (DA SILVA, DE SOUZA; DA SILVA, 2013).

2.2.2 5S

Segundo Carreira e Sobrinho (2014), o “5S” foi desenvolvido no Japão pós-segunda guerra mundial, com o objetivo de manter a organização no ambiente de trabalho e hoje é um requisito básico para implementação da mentalidade enxuta nas empresas. Fernandes (2017) ressalta que o 5S reduz todo o tipo de desperdícios já que os sentidos são focados na organização, buscando aumentar o rendimento, a eficiência e a segurança. Já para Martins, Martins e Ferreira (2016), o 5S pode trazer melhorias ao ambiente de trabalho, deixando-o mais limpo, organizado e saudável para padronizar as práticas de trabalhos e reduzir os desperdícios, além de gerar uma conscientização aos funcionários da empresa. A sigla 5S, de acordo com Liker (2006) corresponde a:

- Seiri (Senso de Utilização): Consiste em decidir o que é necessário e eliminar o que não é necessário;
- Seiton (Senso de Ordenação): “Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar”. Este senso consiste em colocar tudo em ordem e com fácil acesso. Deve-se então analisar onde e como as coisas são guardadas, definindo critérios, como lugar e modo adequados para organizá-las, bem como manter tudo em seus lugares após o uso, reduzindo-se assim o tempo necessário para se localizar ferramentas e materiais, por exemplo, e eliminando movimentos inúteis;
- Seisou (Senso de Limpeza): Consiste em eliminar lixo e sujeira e desenvolver hábitos de limpeza;
- Seiketsu (Senso de Saúde): Incorporando os primeiros três S’s, consiste em melhorar as condições ambientais de trabalho, promover o respeito mútuo, criando um ambiente de trabalho harmonioso e cuidar sempre da saúde e higiene pessoal;
- Shitsuke (Senso de Autodisciplina): Consiste basicamente em disciplinar a prática dos “S” anteriores, mantendo todas as melhorias feitas.

2.2.3 *Kaizen*

O sistema *Kaizen* tem como base a melhoria contínua, sua filosofia consiste em um importante recurso na busca incessante da melhoria diária de todos os processos da organização, tornando-os mais enxutos e velozes, utilizando-se de ferramentas como o ciclo PDCA e o relatório A3 e contando com o engajamento de todos os colaboradores para alcançar esse objetivo (BENEVIDES, ANTONIOLLI e ARGOUD, 2013; BAÑOLAS, 2017; NEVES, 2011; ROSSI, CUNHA e PACHECO, 2016). Segundo Benevides, Antoniulli e Argoud (2013), quando essas melhorias são direcionadas à gestão do estoque, elas podem alterar muito a qualidade do processo gerencial. Para Benevides, Antoniulli e Argoud (2013, p. 27):

A transparência é crucial na gestão do estoque. É necessário que os membros da equipe tenham total conhecimento das necessidades dos clientes e consigam ver o impacto de suas ações sobre as metas estabelecidas e sobre o projeto total, para que esses possam propor melhorias direcionadas ao processo, sem impactar negativamente em outras áreas.

O objetivo do *Kaizen* é fazer com que os trabalhadores da empresa passem a ter, através da filosofia, das técnicas e dos conceitos do *Kaizen*, uma melhor dimensão do mundo competitivo e fazer com que busquem tornar tudo cada vez melhor. Não só a empresa, mas também sua própria vida (SCHIMIGUEL *et al.*, 2014)

Para Benevides, Antoniulli e Argoud (2013), a metodologia de implementação da ferramenta *Kaizen*, deve ser: Identificar um problema, por meio de levantamento de dados, análise de indicadores e gráficos; investigar sua causa raiz e causas secundárias, através de ferramentas da qualidade, como Ishikawa, por exemplo. Então, deve-se iniciar o aprimoramento dos processos em busca das melhorias desejadas pela organização, a fim de se alcançar os objetivos previamente traçados.

2.2.4 Relatório A3

O Relatório A3 foi criado pela Toyota e tem como objetivos identificar e analisar um determinado problema, buscar soluções adequadas à situação atual, buscando uma determinada situação ideal e propor um plano de ação para que as soluções possam ser implementadas. O A3 também é referenciado como uma aplicação de melhoria contínua por uma ferramenta de análise de resolução de problemas (CARREIRA E SOBRINHO, 2014; OLIVEIRA, 2014; NEVES, 2011). Na Figura 1 demonstra-se um modelo básico de Relatório A3.

2.2.5 *Poka-Yoke*

Para Oliveira (2014) são métodos simples que permitem identificar erros ou falhas antes de avançar para a próxima etapa do processo. Esquetini (2016) define o *Poka-Yoke*

como uma ferramenta da qualidade usada como um mecanismo à prova de erros, que vem sendo usado em empresas de diferentes países nas mais variadas áreas, detectando e prevenindo erros antes que estes aconteçam ou os eliminando o quanto antes possível.

Relatório A3					
Definição do Problema e Objetivos		Situação Alvo			
Situação Atual		Plano de Ação			
		Ação	Prazo	Responsável	Status

Figura 1 – Modelo de Relatório A3. Fonte: Adaptado de Carreira e Sobrinho (2014).

Fernandes (2017) defende que muitas pessoas pensam no *Poka-Yoke* como interruptores de limite, sistemas de inspeção ou desligadores automáticos que devem ser implementados pelo departamento de engenharia, porém, segundo o autor, isto é uma visão muito estreita, pois o *Poka-Yoke* pode abranger mecanismos elétricos, mecânicos, procedimentais, visuais, humanos ou qualquer outra forma que impeça ou previna a execução incorreta do processo. O autor ressalta ainda que o *Poka-Yoke* também não deve ser limitado à produção, haja vista que pode ser implementado em áreas, como vendas, entrada de ordens, compras ou desenvolvimento de produto, onde os custos dos erros podem ser muito superiores aos do piso de fábrica.

2.2.6 Diagrama de Ishikawa

Segundo Oliveira (2014), esta ferramenta é utilizada com o objetivo de encontrar as causas-raízes dos problemas, analisando categorias padrões. Pinto Junior e Mendes (2017), defendem a utilização dos 6M's como categorias de análise no Diagrama de Ishikawa, são eles: Máquinas, Métodos, Materiais, Medidas, Meio-Ambiente e Mão de obra. Deste modo, visando obter maior visibilidade da situação, identificando as causas secundárias do problema a partir da causa primária, para então propor soluções.

De acordo com Fernandes e Mariana (2017), esta ferramenta além de determinar as principais causas de um problema, permite obter uma visão gráfica das fontes de variação, facilitando a criação de propostas de melhoria.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Ganga (2012), levando em consideração a natureza dos resultados da pesquisa, ela pode ser definida como básica ou aplicada. Esta pesquisa teve natureza Aplicada, pois teve como foco uma proposta de aplicação em uma empresa real, para solucionar um determinado problema, conforme o autor, que define uma pesquisa aplicada como aquela que “procura gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Esta por sua vez, envolve verdades e interesses locais.”

A pesquisa pode abordar os problemas de uma forma quantitativa ou qualitativa, onde a primeira baseia-se na linguagem matemática e estudos estatísticos ao se abordar o assunto a ser estudado. A Abordagem qualitativa tem um enfoque na perspectiva do indivíduo em estudo (MIGUEL, 2012). A pesquisa proposta visou utilizar-se de indicadores e ferramentas de análise, conforme as referências teóricas, para abordar os problemas, não possuindo uma linguagem matemática para suportar as hipóteses, tendo um foco na perspectiva do objeto de estudo, caracterizando-se, assim, como uma pesquisa Qualitativa.

Na busca pelo melhor entendimento e por soluções aos problemas de estoques de bens acabados, em uma fábrica produtora de condutores elétricos de cobre, atuante no Estado do Pará, esta pesquisa foi classificada como Exploratória, já que este tipo de pesquisa busca obter um maior conhecimento sobre determinado problema, para que se possa identificá-lo ou criar uma hipótese sobre ele, por meio de levantamentos bibliográficos, entrevistas não-estruturadas com pessoas que têm experiência com o problema estudado, além de comparar com outros exemplos para desenvolver uma melhor compreensão (GIL, 2002).

Para Miguel (2012), de acordo com sua tipologia, a pesquisa pode ser definida como Levantamento, Estudo de caso, Modelagem, Simulação, Estudo de Campo, Experimento e Teórico/conceitual. Devido ao estudo ter um foco na gestão dos estoques de uma fábrica de condutores elétricos, buscando um aprofundamento em determinado assunto (caso) para possibilitar seu completo conhecimento e também utilizar-se de diversos instrumentos de coleta de dados, o trabalho foi definido como um Estudo de caso.

3.2 ETAPAS DE CONCEPÇÃO DO ESTUDO

Este estudo teve duração de 10 (Dez) meses, no período de fevereiro a novembro, do ano de 2017 e, para seu pleno desenvolvimento, alguns passos de pesquisa, aqui representados como etapas, foram necessários. Assim, as etapas consideradas foram as seguintes:

- a) Levantamento bibliográfico, para fundamentação teórica e caracterização do contexto atual das pesquisas relacionadas ao tema de pesquisa, a partir de buscas em livros, artigos

- e plataformas *online*, nas quais foram utilizadas palavras-chave, como “Logística enxuta” e “Gestão de Estoques”, nos idiomas português e inglês. Nesta etapa, foram identificadas então as potenciais ferramentas *Lean Logistics* a serem empregadas à gestão de estoques;
- b) Levantamento documental e realização de entrevistas não-estruturadas com profissionais envolvidos, bem como observações *in loco*, na empresa objeto de estudo, para mapeamento das atuais atividades de gestão de estoques de condutores de cobre, por meio da utilização de *softwares* de criação de fluxogramas, e identificação do problema principal da empresa, assim ratificado a partir da aplicação de um Diagrama de Pareto, em *software* de criação de planilhas eletrônicas;
 - c) Identificação das principais causas que geravam o problema levantado anteriormente, a partir da aplicação de um diagrama de *Ishikawa*, para o qual utilizou-se um *software* de criação de diagramas e técnicas como *brainstorming*, haja vista que previamente já haviam sido levantados os dados necessários, a partir das entrevistas e visitas ao local. A partir daí foi então realizada uma conexão entre estas causas identificadas e as sete perdas da Logística Enxuta (LE ou *Lean Logistics*);
 - d) Identificação das ferramentas LE mais adequadas para solucionar as causas do problema identificado e das potenciais melhorias que seriam proporcionadas à empresa objeto de estudo, caso estas ferramentas fossem posteriormente implementadas, considerando ainda análises de *trade-offs* logísticos envolvidos na aplicação dessas ferramentas no processo de gestão de estoques de condutores de cobre. Para esta etapa foram tratados os dados levantados em *softwares* de geração de planilhas eletrônicas, com a realização de cálculos e dimensionamentos necessários, além de *softwares* de criação de desenho do leiaute proposto.

3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Como apresentado no Tópico 3.2 (Etapas de Concepção do Estudo), todos os dados coletados foram analisados e tratados em *software* de criação de fluxogramas de processos, de geração de planilhas eletrônicas, de criação de desenho do leiaute proposto.

3.4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Todos os resultados gerados nessa pesquisa foram organizados e apresentados em tabelas, quadros e QUADROS que ratificaram a aplicação das ferramentas LE para proposição de potenciais melhorias aos processos associados à gestão de estoques da empresa objeto de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados a empresa objeto de estudo, assim como a caracterização do problema em análise e os resultados obtidos a partir da solução proposta, bem como a análise desses resultados.

4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Operando desde 1998 no Estado do Pará, a empresa objeto do estudo é a maior fabricante de cabos elétricos de alumínio da América Latina, além de atuar também desde 2015 na fabricação de cabos de cobre de baixa e média tensão.

O público alvo da empresa é o mercado de transmissão e distribuição de energia, no qual os produtos são destinados à grandes empreendimentos, tais como usinas e linhas de transmissão. Atende também o segmento da construção civil, no qual os produtos são destinados para revenda e empreiteiras e podem ser utilizados na alimentação e distribuição de energia elétrica em edifícios residenciais, comerciais e industriais. E no mercado industrial, os produtos são destinados à utilização em equipamentos eletrônicos, painéis elétricos, circuitos de alimentação e distribuição de energia elétrica em prédios, subestações transformadoras e em redes subterrâneas.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA OPERAÇÃO E DO PROBLEMA EM ANÁLISE

Na empresa em estudo, o processo de produção de cabos de alumínio já está consolidado e atende de forma eficiente o mercado, porém a produção de cabos de cobre ainda é recente e passa por estruturação, apresentando grandes problemas no atendimento da demanda. Através de entrevistas com profissionais envolvidos nas áreas de produção, estoque, comercial, engenharia e planejamento e controle da produção, pode-se entender o processo desde a solicitação de compra do cliente até a entrega ao mesmo, a partir daí foi realizado um mapeamento do processo, onde alguns problemas foram levantados, principalmente no que diz respeito ao estoque de produtos, conforme a Figura 2.

A partir do mapeamento do processo, das visitas ao local e entrevistas e relatos dos profissionais envolvidos na produção e estocagem dos cabos de cobre, levantaram-se problemas como o atraso no atendimento aos clientes e a entrega de materiais com não-conformidades aos clientes. Porém, devido à frequência de ocorrência do primeiro ser extremamente maior que a do segundo, o problema foi tratado como problema prioritário. Essa conclusão foi deduzida após uma análise pelo diagrama de Pareto, comparando a quantidade de ocorrência de atrasos, com a quantidade de não-conformidades registradas no banco de dados da empresa de estudo no período de nove meses. Na Figura 3 demonstra-se então, a partir de um Diagrama de Pareto, a superioridade das ocorrências de atrasos em

relação às não-conformidades no decorrer de nove meses, porém os valores não foram divulgados por decisão da empresa.

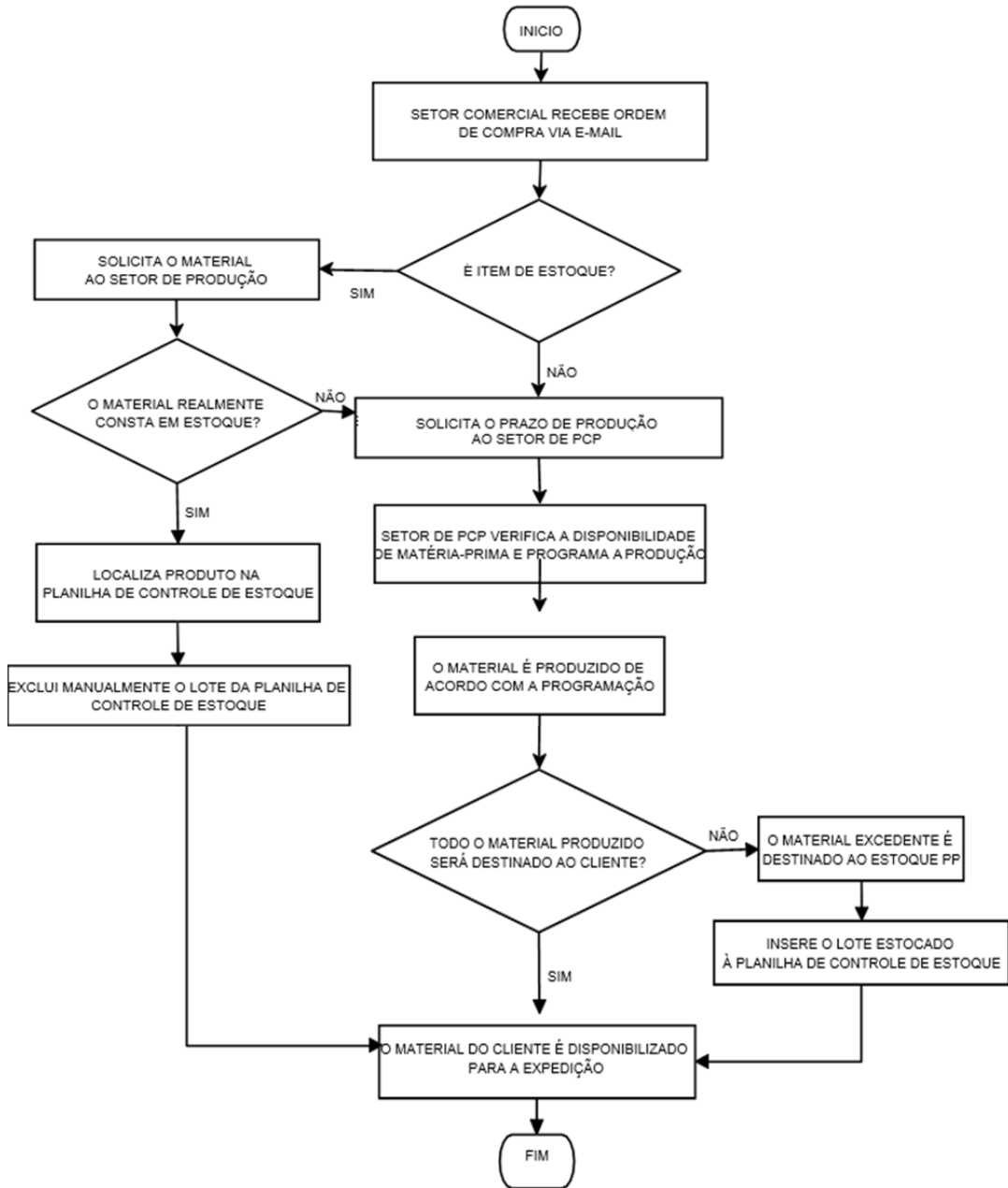


Figura 2 – Fluxograma do processo de estocagem e atendimento ao cliente. Fonte: Autores (2017).

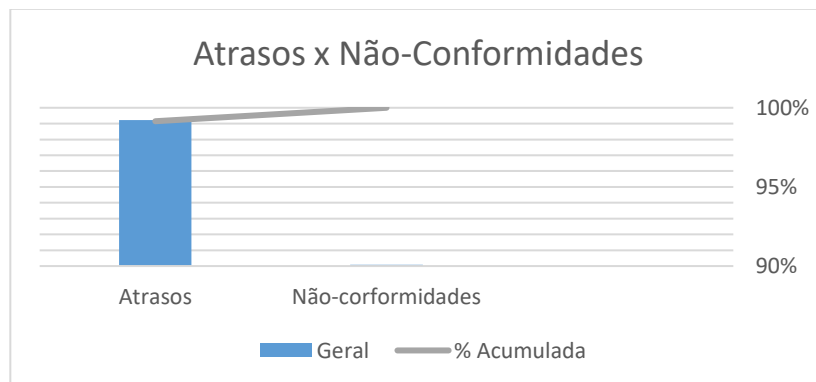


Figura 3 – Diagrama de Pareto (Atrasos x Não-conformidades). Fonte: Autores (2017).

4.3. METODOLOGIA DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Para o desenvolvimento do trabalho proposto, foram levantadas as principais ferramentas *Lean* utilizadas em problemas relacionados à *Lean Logistics*, em especial problemas voltados à gestão de estoque. E então já de posse também da identificação do problema principal da empresa, foram levantadas as causas que levavam ao mesmo através de um Diagrama de *Ishikawa*, devido a esta ser uma ferramenta eficiente para a obtenção de causas de problemas, além de ter sido uma das ferramentas *Lean* mais utilizadas pelos autores levantados.

A partir daí, foi realizada uma associação entre as principais causas identificadas e as sete perdas da logística enxuta, de modo que cada causa do problema gerava uma ou mais perdas. Foi então estudada a aplicação das demais ferramentas *Lean* levantadas como as mais utilizadas na logística enxuta e, a partir daí, foi analisada a viabilidade de implantação das mesmas de acordo com a realidade da empresa objeto de estudo. Percebeu-se então que as ferramentas *Kanban*, *5S*, *Kaizen*, Relatório *A3* e *Poka-yoke* seriam as mais viáveis de implementação.

O *Kanban*, ferramenta mais utilizada na logística enxuta quando empregando o *JIT*, demonstrou necessidade de implantação na empresa devido a sua possibilidade de solucionar problemas de Perdas P e superoferta por quantidade. Logo, a partir da análise dos indicadores fornecidos pela empresa, foi realizado o tratamento dos dados de demanda dos cabos ao longo de 15 meses e a partir disso foi feita uma curva ABC para definir quais cabos deveriam ser mantidos em estoque. Devido a existência de grandes perdas de material (cobre e polímeros) ao se fazer o setup para produzir um outro item, os lotes mínimos foram então calculados baseando-se na capacidade da espula que é utilizada no encordoamento e do mínimo de extrusão, ficando de acordo com a meta de perdas estipuladas pela gerência industrial, tanto para perdas na espula de fios de cobre, quanto para perdas por troca de polímeros.

Se a capacidade da espula (bobina de aço que comporta o fio que formará o cabo) for menor que 5.000 metros (mínimo de extrusão para os cabos com menores seções transversais) para esse cabo, então a fórmula será conforme a Equação 1.

$$\text{Mínimo de Produção} = \text{Capacidade da espula} \quad (\text{Eq. 1})$$

Caso a capacidade da espula for maior ou igual a 5.000 metros, a fórmula do mínimo de produção será conforme a Equação 2.

$$\text{Mínimo de Produção} = \frac{\text{Capacidade da Espula}}{\text{Valor inteiro} \left(\frac{\text{Capacidade da Espula}}{5.000} \right)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Dessa forma, o mínimo de produção estaria proporcional a capacidade da espula,

utilizando o máximo de corda possível, sem desrespeitar os mínimos estipulados para o processo de extrusão. O método de cálculo, os valores mínimos de extrusão e capacidades das espulas foram fornecidos pela engenharia da Empresa, baseados em estudos realizados na produção da fábrica. Os valores não variam por tipo de cabo, apenas pelas diferentes seções transversais existentes.

Também foi possível calcular a quantidade de bobinas que serão produzidas por lote mínimo, que se dá conforme a Equação 3.

$$\text{Quantidade de Bobinas} = \frac{\text{Mínimo de Produção}}{\text{Capacidade do Carretel 125/100}} \quad (\text{Eq. 3})$$

O setor de engenharia da Empresa de estudo disponibilizou a capacidade do carretel 125/100 para cada seção transversal, possibilitando, dessa forma, o quantitativo de bobinas geradas por produção.

De posse dos valores de lotes mínimos para cada cabo, foi possível propor o *Kanban*, além de simular como ocorreria o fornecimento dos materiais utilizando-se esta ferramenta, porém a proposta limitaria-se apenas para os itens “A” e “B” da curva ABC. Como a gestão visual é um preceito ao se trabalhar com o *Kanban*, foi proposto um *Kanban* digital, também conhecido como *e-Kanban*, onde a gestão visual se dará por meio de televisores que mostrarão os cartões digitais sendo consumidos até que atinjam o ponto de pedido. Segundo Hashimoto (2015), um método de dimensionar o total de cartões seria conforme a Equação 4. Os primeiros cartões serão verdes e representarão o momento em que a quantidade está atendendo a demanda atual e não necessita reposição do material, o dimensionamento é conforme a Equação 5, adaptada de Hashimoto (2015) para a realidade da empresa. Os próximos cartões serão amarelos, quando esses cartões amarelos começarem a ser utilizados significa que já é necessário emitir uma ordem de produção para um novo lote mínimo desse item (ponto de pedido), dimensionados conforme a equação 6, adaptada de Hashimoto (2015) para a realidade da empresa. Os cartões vermelhos representarão um estoque de segurança, que deverá ser utilizado quando houver atrasos na reposição do estoque, dimensionados conforme a Equação 7, adaptada de Hashimoto (2015) para a realidade da empresa.

$$\text{Número Total de Cartões (NTC)} = \frac{\text{Lead time} \times \text{Demanda Diária} \times (1 + \text{Fator de Segurança})}{\text{Capacidade da Bobina 125/100}} \quad (\text{Eq. 4})$$

$$\text{Número de Cartões Verdes (NCV)} = \frac{\text{Lote Mínimo}}{\text{Capacidade da Bobina 125/100}} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$\text{Número de Cartões Amarelos (NCA)} = \frac{\text{Lead time} \times \text{Demanda Diária}}{\text{Capacidade da Bobina 125/100}} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$\text{Número de Cartões Vermelhos} = \text{NTC} - \text{NCV} - \text{NCA} \quad (\text{Eq. 7})$$

Com o produto entre número total de cartões para cada item e as capacidades da

bobina para cada seção transversal, foi possível mensurar a Quantidade Total de Unidades do total de cartões (QTU), conforme Equação 8.

$$QTU = \text{Capacidade da Bobina } 125/100 \times NTC \quad (\text{Eq. 8})$$

O resultado obtido é em metros, porém como o custo dos produtos é baseado no peso líquido dos produtos foi necessário converter a Quantidade Total de Unidades do total de cartões para quilogramas (kg), multiplicando o valor pela massa linear.

A soma das QTU's de todos os itens será a capacidade total exigida para o armazém, no caso de todos os itens estejam com suas quantidades máximas.

Para medir qual seria o estoque médio mensal foi simulado no *software Microsoft Excel* o consumo e ressuprimento de cada item de acordo com o a ferramenta Kanban, mantendo um estoque de segurança para os itens A e B, e repondo assim que for consumido o primeiro cartão Amarelo.

O 5S, segunda ferramenta mais utilizada em problemas de LE, demonstrou-se necessário de ser implementado devido a sua possibilidade de solucionar problemas relacionados a Perdas por movimentação, perdas P e superoferta por quantidade. Logo, a partir da análise da organização e disposição dos itens em estoque no início do estudo, foi identificada a falta de uma organização adequada para se executar as operações do estoque e um ambiente inadequado em questões de limpeza, devido aos materiais ficarem perto de onde ocorrem os processos.

Através das pesquisas, entrevistas e estudos foram criadas propostas para os sensores que a ferramenta 5S menciona.

O *Seiri* (Senso de Utilização) foi atendido junto à proposta de aplicação de um *Kanban* na fábrica, haja vista que através desta técnica JIT já será mantido apenas o necessário, ou seja, apenas os itens classificados com A e B, e apenas em lotes mínimos.

A proposta para o *Seiton* (Senso de Ordenação) foi projetar um novo layout para acomodar o estoque de cabos de cobre, definindo o modo com que as bobinas serão acomodadas, além de criar métodos de fácil localização das bobinas no estoque. Deste modo, de posse do layout atual da fábrica foi delimitada a área disponível para estoque. A empresa disponibilizou também os lances de cada família de cabo e seus tipos de acomodações, sendo o maior carretél o 125/100. De posse da área de estoque, da área equivalente a acomodação de um carretél e da área de folga necessária, foi calculada a área de um porta-bobinas. Através de pesquisas realizadas, identificou-se um modelo de porta-bobinas de quatro andares, em que cada parte acomoda até dois carretéis, com regulagem ajustável, podendo, portanto, acomodar dos menores até o maior valor (no caso o 125/100), que foi o utilizado no cálculo. Foi então

desenhado, com o auxílio do *Software AutoCad* a disposição dos porta-bobinas na área disponível e calculada a capacidade de estocagem total por número de bobinas. Além disso, foi proposto um padrão sobre como os carretéis devem ser reposicionados em locais definidos, de acordo com suas famílias de produtos e dimensões.

O *Seisō* (Senso de Limpeza) já será parcialmente atendido através da proposta anterior, já que através dela o estoque será centralizado em uma área específica, e não ficará disperso pela fábrica enquanto os processos produtivos ocorrem ao redor, empoeirando os materiais. Porém, será proposto também um método de manter a limpeza dos materiais e do ambiente.

Para o *Seiketsu* (Senso de saúde), a empresa não apresentava necessidade de mudanças, e as sugestões propostas para os outros sentidos já proporcionariam possíveis melhorias para os trabalhadores.

No caso do *Shitsuke* (Senso de Disciplina) foram propostos treinamentos para mostrar a importância da disciplina no ambiente de trabalho, dessa forma o colaborador pode executar as tarefas de forma segura e eficiente, seguindo as normas e padrões estipulados pela empresa.

Como primeira proposta de melhoria *Kaizen*, a terceira ferramenta mais utilizada em problemas de LE, foi gerado um modelo de relatório A3 que seria disponibilizado para a Empresa de estudo. Tendo em vista que o processo de produção do cobre é relativamente novo, 2 anos, comparado com os 20 anos de experiência no mercado de condutores de alumínio, portanto o processo de cobre ainda apresenta pequenos problemas no seu dia-a-dia. O relatório irá padronizar a forma com que os funcionários procedem na resolução de problemas e orientará os mesmos a ter uma visão de prevenção dessas falhas. O modelo do relatório foi gerado e adaptado do modelo de Sobek e Smalley (2010), foi inserido o plano de ação 5W2H, que é comum ao uso dos funcionários da Empresa de estudo. A proposta do relatório A3 consistiu na criação do modelo e na realização de treinamentos para que os funcionários pudessem ter maior entendimento do relatório.

Problemas como a baixa confiabilidade da planilha de controle de estoque e falhas no coletor de dados e no conta-metro e, conseqüentemente, na atualização das etiquetas após o repasse ocasionam perdas na logística enxuta por espera, processamento, movimentação e defeitos. Assim, uma eficaz ferramenta desenvolvida para prevenir riscos de falhas humanas e corrigir esses eventuais erros em processos industriais por meio de ações simples é o *Poka-yoke*, uma das ferramentas mais utilizadas também pelos autores referenciados. No estudo em questão o *poka-yoke* foi associado à ferramenta *Kaizen*, como forma de prevenir erros no processo e trazer melhorias para a empresa.

O VSM ou MFV (Mapeamento do fluxo de Valor) é uma das ferramentas mais utilizadas na metodologia *Lean* por permitir melhor visualização e identificação de atrasos e desperdícios, porém sua aplicação demonstrou-se inviável na empresa em estudo pois quando as ferramentas *Lean* foram levantadas, o problema central e suas causas já haviam sido identificados através do mapeamento de processos e diagrama de Ishikawa (Que também estava entre as ferramentas *Lean* mais utilizadas pelos autores), além disso, a empresa em questão produz uma gama extremamente grande de produtos com diferentes particularidades, cada um deles possui diferentes processos produtivos, tempos de produção e materiais; deste modo, vários VSM deveriam ser criados, o que atrasaria o processo de análise. Por fim, esta ferramenta exige algumas informações das quais os autores não dispunham, como o tempo *Takt* e tempo de ciclo, por exemplo, pois o tempo disponível no período (Utilizado para o cálculo do tempo *Takt*) depende de programações do PCP, que variam frequentemente conforme surgem novas demandas e o tempo de ciclo varia para cada cabo dentre tantos.

O *Milk-Run* é uma ferramenta muito útil no que diz respeito ao JIT, por isso também é uma das mais utilizadas na metodologia *Lean Logistics*, porém apresentou-se inviável de implantação na empresa principalmente porque a empresa possui fornecedores muito distantes uns dos outros, inclusive alguns estrangeiros, além de apresentar baixa confiabilidade no prazo de entrega dos fornecedores de matérias-primas.

A ferramenta PDCA, apesar de muito útil, também se demonstrou inviável no presente estudo, haja vista que o objetivo do trabalho é apenas propor um novo modelo de gestão de estoques, porém não haverá o acompanhamento da implantação, de fato, do mesmo, sendo assim apenas a etapa de planejamento seria concluída, e o planejamento já está sendo proposto através de ferramentas como o Relatório A3.

4.4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

No Quadro 4 foi demonstrado o levantamento de principais ferramentas utilizadas por autores em problemas relacionados à LE, incluindo os que relacionam *Lean* com questões relacionadas ao estoque. Estas ferramentas também foram distribuídas conforme sua porcentagem de utilização pelos autores referenciados, e expostas no QUADRO 4.

Depois que foram levantadas as causas que levavam ao problema principal, estas puderam ser enquadradas dentre as sete perdas da LE, conforme apresentado na Figura 4. Na Figura 5 foi demonstrada a aplicação do diagrama de Ishikawa para descobrir as causas do problema.

Quadro 4 - Ferramentas mais utilizadas por autores em *Lean Logistics*

Ferramentas Autores	Kanban (JIT)	5S	Kaizen	MFV (VSM)	Milk- Run	Ishikawa	Poka- Yoke	A3	PDCA	7 PERDAS
Carreira, Sobrinho (2014)	X	X	X		X			X	X	
Banõlas (2017)	X	X	X	X	X		X			X
Neves (2011)		X	X	X				X	X	
Pinto <i>et al.</i> (2013)	X									X
Sgarbi Júnior e Cardoso (2012)	X	X		X	X	X				X
Oliveira (2014)	X	X	X	X		X	X	X		
Bulej, Stoianovici e Poppeova (2011)	X				X					
Fernandes, M. (2017)	X	X		X		X				X
Magalhães (2014)	X	X	X							X
Benevides, Antonioli e Argoud (2013)		X	X							
Silva e Teodoro (2016)	X									X
Batista (2016)	X									
Rossi, Cunha, Pacheco (2016)	X	X	X							
Ugarte, Golden, e Dooley (2016)	X									
Korytkowski e Karkoszka (2016)					X					
Zhang <i>et al.</i> (2016)	X	X	X	X		X	X		X	
Wu, Xu, Xu (2015)	X		X	X						
Bednár, Vidová e Beluský (2012)	X	X	X	X						
Bednár, Hornakova e Vidová (2013)	X	X	X	X						
Vasiliauskas <i>et al.</i> (2014)	X	X	X	X						X

Fonte: Autores (2017)

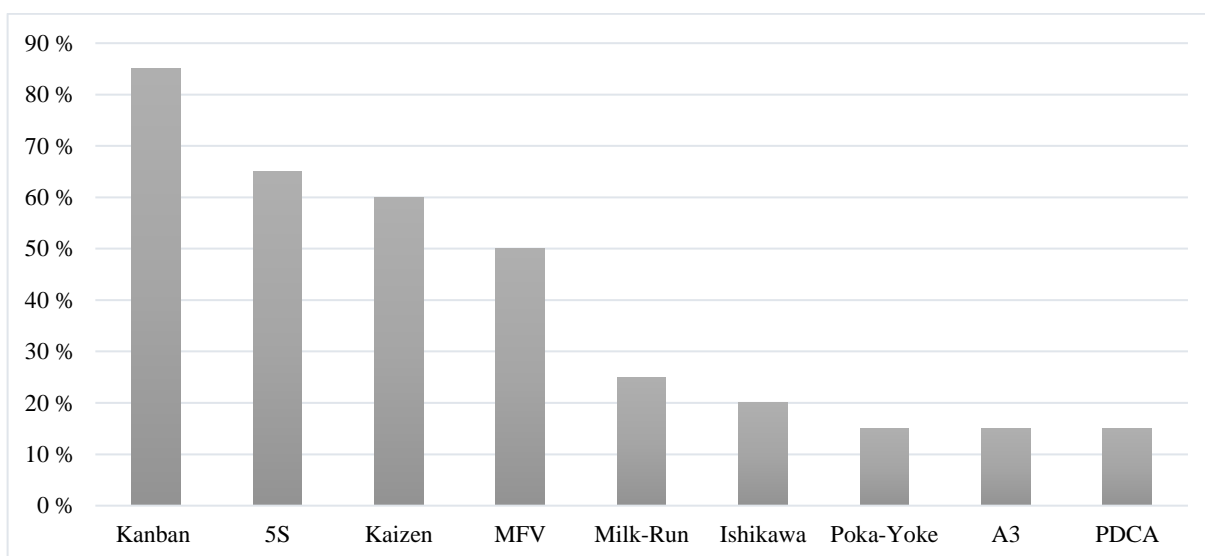


Figura 4 - Distribuição de Ferramentas LL mais utilizadas pelos autores referenciados. Fonte: Autores (2017)



Figura 5 – Potenciais causas para os atrasos no atendimento ao cliente. Fonte: Autores (2017).

Quadro 5 – Causas enquadradas as 7 perdas da Logística Enxuta

SETE PERDAS DA LOGÍSTICA ENXUTA	PRINCIPAIS CAUSAS DO PROBLEMA
SUPEROFERTA POR QUANTIDADE	A falta de planejamento de estoque gera estoque excessivo e não condizente com a demanda real, produzido além da necessidade do cliente e com pouco giro, ocasionando também falta de espaço e organização.
SUPEROFERTA POR ANTECIPAÇÃO	-
ESPERAS	A baixa confiabilidade da planilha de controle de estoque exige a confirmação de disponibilidade do material no estoque físico para então ser confirmado e disponibilizado ao cliente. Tal planilha ainda muito manual, exigindo um trabalho demorado de inclusão e exclusão de itens nos estoques.
PERDAS POR DEFEITOS	Eventuais falhas no coletor de dados e no conta-metro ocasionam falhas nos inventários de itens e nos lances dos cabos repassados. Más condições de armazenagem ou movimentação podem acabar avariando os materiais.
PERDAS POR MOVIMENTAÇÃO	A baixa confiabilidade da planilha, a não projeção do leiaute prévio dos estoques e a falta de espaço físico específico para os estoques (atualmente disperso até entre as máquinas fabris) gera falta de organização e dificuldade de localização destes itens que gera movimentações desnecessárias.
PERDAS POR PROCESSAMENTO	Falhas na atualização das etiquetas após o repasse dos cabos solicitados e devolução das partes restantes ao estoque.
PERDAS P (PREVISÃO, PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO, PRAZO)	Ausência de previsão de demanda, planejamento ou programação adequadas à produção dos cabos de cobre, gera estoques provenientes de sobras de produção. Há cabos que ficam em estoque por anos, sem giro, enquanto outros, que costumam vender mais, não são mantidos em estoque e, por isso, ainda precisam ser produzidos e não atendem aos prazos solicitados pelos clientes, reduzindo o nível de serviço.

Fonte: Autores (2017)

A partir do levantamento das principais ferramentas *lean* utilizadas em problemas de LE, principalmente relacionadas à estoques; e da relação entre as causas do problema do estudo e as perdas da LE, foram levantados os dados reais da empresa e realizados cálculos e propostas as implementações das ferramentas *lean* viáveis à mesma, conforme abaixo, visando solucionar as causas das perdas da LE que levavam ao problema central.

Para as causas relacionadas às perdas de superoferta por quantidade e perdas P buscou- propor a implementação um modelo *Kanban*. Para as causas relacionadas às perdas por esperas, por defeitos, por processamento e, em partes, por movimentação, buscou-se propor a implementação um modelo *Kaizen*, associado ao *Poka-yoke* e ao A3. Por fim, para causas relacionadas às perdas por movimentação e também para complementar a proposta do *Kanban*, evitando as perdas P e superoferta por quantidade, foi proposto um modelo 5S.

- Proposta de *Just-in-Time* por meio do *Kanban*

Conforme descrito na metodologia anteriormente, foi realizado um estudo da demanda para definir quais são os produtos que mais geram movimentação monetária para a Empresa, para isso foram utilizados os valores de 18 meses de faturamento da empresa. Como conclusão obteve-se que 15,03% dos itens vendidos pela empresa representam cerca de 79,57% do seu faturamento, sendo esses materiais definidos como os produtos “A”. Também foram avaliados quais itens seriam descritos como “B” que somam uma porcentagem de 19,58% dos itens e representam 15.36% do faturamento, além dos itens “C”, conforme apresentado na Tabela 1. A Tabela 1 completa com os cálculos da Curva “ABC” encontra-se no APÊNDICE A, descrevendo todos os itens vendidos pela Empresa objeto de estudo e suas respectivas classificações.

Tabela 1 – Curva “ABC” para os itens da empresa objeto da pesquisa

Classificação	Núm. de Itens	% Total de itens	% de Volume Vendido
A	43	15.03%	79.57%
B	56	19.58%	15.36%
C	187	65.38%	5.08%

Fonte: Autores (2017).

Após os cálculos de mínimos de produção, foram obtidos os resultados demonstrados na Tabela 2. Os cálculos foram realizados para cada seção transversal de cabo fabricada pela Empresa objeto de estudo. Baseando-se nos métodos citados na metodologia, foram realizados os cálculos de quantas bobinas deveriam ser armazenadas por item e também foram dimensionados os cartões por produto, conforme a Tabela 3, para uma pequena parte dos itens. A tabela de dimensionamento de *Kanban* para todos os cabos classificados como “A” e “B” foi apresentada no APÊNDICE B.

Ao dimensionar esses valores de cartões e quantidades em estoques foi possível medir a quantidade total de cabos que deveriam ser parte do estoque, tanto em quantidade de bobinas, quanto em quilogramas. Esse resultado demonstrou a capacidade máxima necessária, num cenário onde todos os itens estariam nas maiores quantidades (cartões verdes). O resultado se deu conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 2 – Resultados dos cálculos de lances mínimos

Bitola (mm ²)	Produção Mínima encordoamento (m)	Massa Cobre (Kg)	Produção Mínima Extrusão (Lotes)	Produção Mínima Extrusão (metros)	Bobinas/Mín de Produção	Capacidade da bobina
1.5	30,000.00	349.95	6	5000	1	5000
2.5	17,700.00	348.77	3	5900	1	5900
4	11,000.00	346.8	2	5500	2	2750
5	10,000.00	416.39	2	5000	2	2500
6	7,500.00	335.76	1	7500	3	2500
10	10,000.00	820.44	2	5000	2	2500
16	5,000.00	649.51	1	5000	2	2500
25	30,000.00	5948.17	6	5000	2	2500
35	20,000.00	5743.06	4	5000	2	2500
50	15,000.00	5743.06	3	5000	3	1667
70	10,000.00	5743.06	2	5000	4	1250
95	7,000.00	5360.19	1	7000	7	1000
120	6,000.00	5825.1	1	6000	5	1200
150	5,000.00	6084.91	1	5000	5	1000
185	4,000.00	5907.15	1	4000	2	2000
240	3,000.00	5866.13	1	3000	3	1000
300	3,000.00	7342.91	1	3000	4	750
400	2,000.00	6454.11	1	2000	4	500
500	2,000.00	8204.37	1	2000	4	500

Fonte: Autores (2017).

Tabela 3 - Dimensionamento de cartões Kanban e quantidades em estoque

Item	Número total de cartões	Cartões Verdes	Cartões Amarelos	Cartões Vermelhos	Total de material pelo total de cartões (Kg)
Cabo Nu 35mm ² Classe 2	21	2	15	4	16358.00
Cabo 1kV 90°C - 3x 1.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	1510.16
Cabo 1kV 90°C 500mm ² PRETO Classe 5	52	4	37	11	120482.78
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo Nu 70mm ² Classe 3	3	1	1	1	2280.60
Cabo 750V 70°C 4mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 1kV 90°C 240mm ² PRETO Classe 5	9	3	4	2	20346.71
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 750V 70°C 6mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	457.62

Fonte: Autores (2017).

Pode-se considerar tal resultado plausível, pois a gerência da área informou que estavam em busca de estoques entre 350 e 400 toneladas, inicialmente. O resultado de total de bobinas também serviu de base para a próxima proposta, o 5S.

Tabela 4 – Totais de materiais em estoque

Total de Material em Estoque (Ton)	Total de Material em Estoque (Número de Bobinas)
362	247

Fonte: Autores (2017).

Para verificar qual o impacto que a proposta teria com relação ao estoque médio mensal, foi feita uma análise utilizando um *software* de tabelas digitais que mostrou como o consumo e reposição se comportariam em relação à demanda dos meses de abril, maio e junho de 2017, como houve um aumento na capacidade de produção e total de vendas da empresa em meados do mês de maio foi decidido utilizar-se daos dados do mês de maio a junho de 2017, porém a empresa nos disponibilizou apenas o total estocado no mês de junho. O resultado se deu conforme apresentado na Tabela 5. Nota-se uma redução nos estoques foi de aproximadamente 23%, comparando-se o valor real com o valor simulado. Os resultados detalhados das médias de estoque utilizando a reposição de acordo com a ferramenta *Kanban* encontra-se no APÊNDICE C.

Tabela 5 – Comparação entre o estoque médio real para o mês de junho de 2017 e o valor simulado utilizando a proposta *Kanban* (JIT)

Estoque Jun/17 Real	Estoque Jun/17 Proposto
283 Toneladas	219 Toneladas

Fonte: Autores (2017).

- Proposta de implementação do 5S

Para a proposta de implementação do 5S, em especial o senso de ordenação, foram considerados a disposição atual dos itens em estoque na fábrica (Figura 6), o Leiaute Atual da Fábrica (Figura 7) e a área total disponível para estoque ($15m \times 36m = 540m^2$).



Figura 6 – Atual disposição dos itens em estoques na fábrica. Fonte: Autores (2017).

Sabe-se que cada porta-bobina abriga até dois carretéis, um ao lado do outro, conforme apresentado na Figura 8, sendo assim, a largura do porta-bobinas é considerada para dois carretéis.

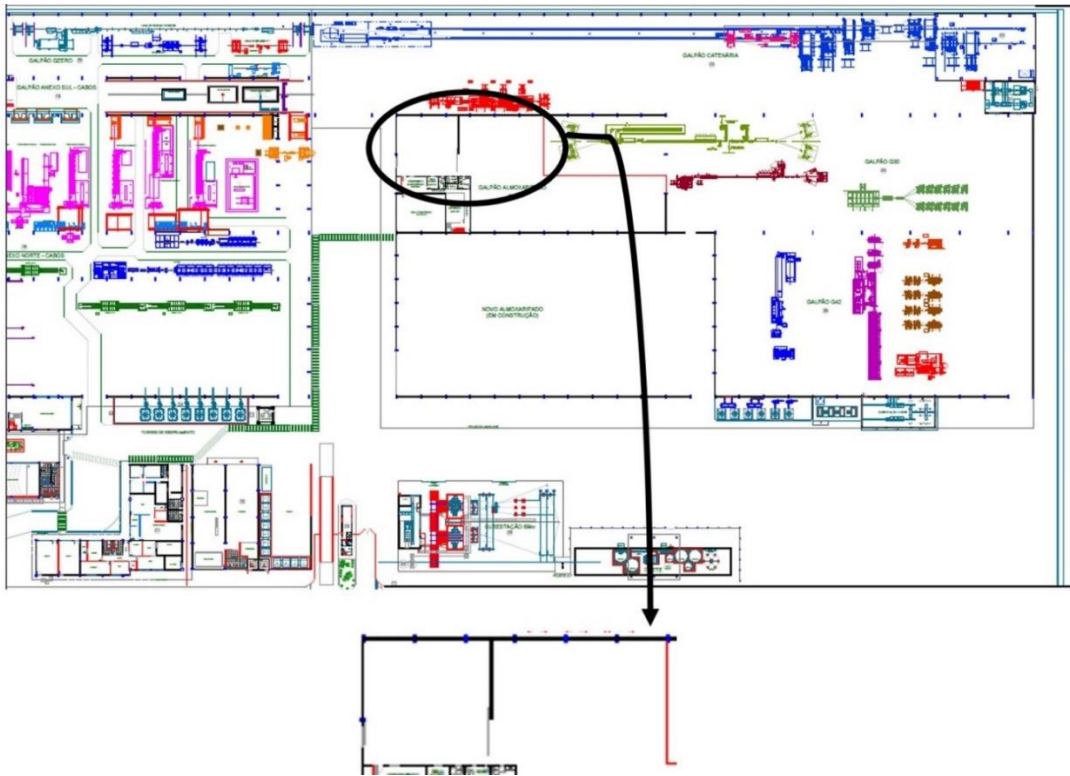


Figura 7 - Leiaute atual da Fábrica com ampliação do espaço de Estoque. Fonte: Autores (2017).



Figura 8: Exemplo de Porta-bobinas. Fonte: Longa (2017). Retirado de: <http://www.longa.com.br/pt/produto/paletizacao/porta-bobina/>

Fatores Considerados:

- Comprimento do Carretel: 1,25 m;
- Folga para encaixe no comprimento do carretel: 0,25 m;
- Largura do Carretel: 1,10 m;
- Folga para encaixe na largura do carretel: 0,30 m

Então, a área de um porta-bobinas seria:

$$(1,25m + 0,25m) \times [2 \times (1,1m) + 0,30m]$$

$$1,5m \times 2,5m = 3,75m^2$$

Cada porta-bobinas tem um encaixe que permite a regulagem adequada ao tamanho do carretel, conforme a Figura 9, sendo no modelo proposto a maior regulagem permitida a de 125/100, já que este é o maior acondicionamento dos materiais que ficarão em estoque.

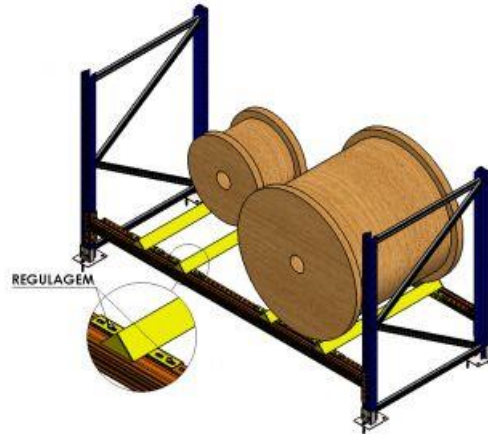


Figura 9 - Modelo de encaixe do carretel no porta-bobinas. Titulo Fonte: Longa (2017). Retirado de <http://www.longa.com.br/pt/produto/paletizacao/porta-bobina/>

O porta-bobinas proposto abriga dois carretéis a cada espaço e possui quatro andares, portanto cada coluna vertical do mesmo comporta até 8 carretéis. De posse da área disponível para estoque e da área necessária para abrigar os carretéis no porta-bobinas, foi então feito o dimensionamento dos porta-bobinas e desenhado um novo leiaute do armazém, sendo que a disposição dos porta-bobinas teve como base as visitas ao local, buscando-se a maior quantidade de porta-bobinas (maior capacidade de armazenagem), porém respeitando-se as distâncias mínimas necessárias ao trânsito de empilhadeiras, conforme apresentado na Figura 10.

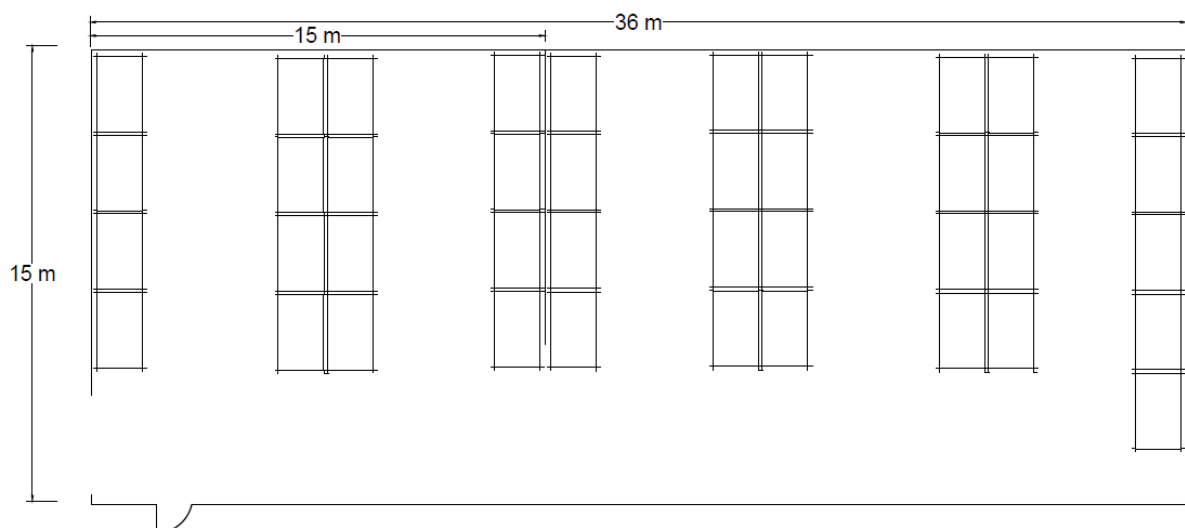


Figura 10 - Novo leiaute de estoques proposto, com porta-bobina. Fonte: Autores (2017).

A partir do novo leiaute, no qual as bobinas (carretéis) serão comportadas em porta-bobinas, a capacidade de estocagem será de 41 porta bobinas verticais abrigando 8 carretéis cada, portanto a capacidade de estocagem será de 328 bobinas. Este leiaute foi desenhado respeitando todas as dimensões do porta-bobinas e permitindo uma área de trânsito de empilhadeiras de 3 metros por corredor.

Como visto anteriormente, se a proposta do JIT for implementada através do *Kanban*, só haverá necessidade de deixar em estoque 247 bobinas. Deste modo, a nova proposta de laiaute atende a necessidade da fábrica dentro dos padrões da metodologia *Lean*, não havendo necessidade de manter carretéis dispersos também por outras áreas da fábrica onde ocorrem processos produtivos, não mais acumulando, portanto, sujeira nos mesmos nem dificultando sua localização. Com a nova proposta os carretéis ficarão em um único espaço. Deste modo, além do senso de ordenação, o senso de limpeza já será também parcialmente atendido, porém propõe-se também que os carretéis sigam uma rotina mensal de limpeza, que deve ser programada já no início de cada mês. Além disso, assim que o novo laiaute for implementado e os carretéis estiverem organizados e limpos nos porta-bobinas, deve-se ser tirada uma foto, que deve então ser afixada na entrada do estoque para que sirva de modelo de como o mesmo deve ser mantido.

Propôs-se ainda que os carretéis sigam um padrão de localização em estoque, de acordo com suas famílias e espessuras. De posse das quantidades de bobinas a ficarem em estoque devido a curva ABC e da capacidade de estocagem por porta-bobinas, pode-se definir uma ordem de armazenagem por famílias de cabos, conforme a Figura 11.

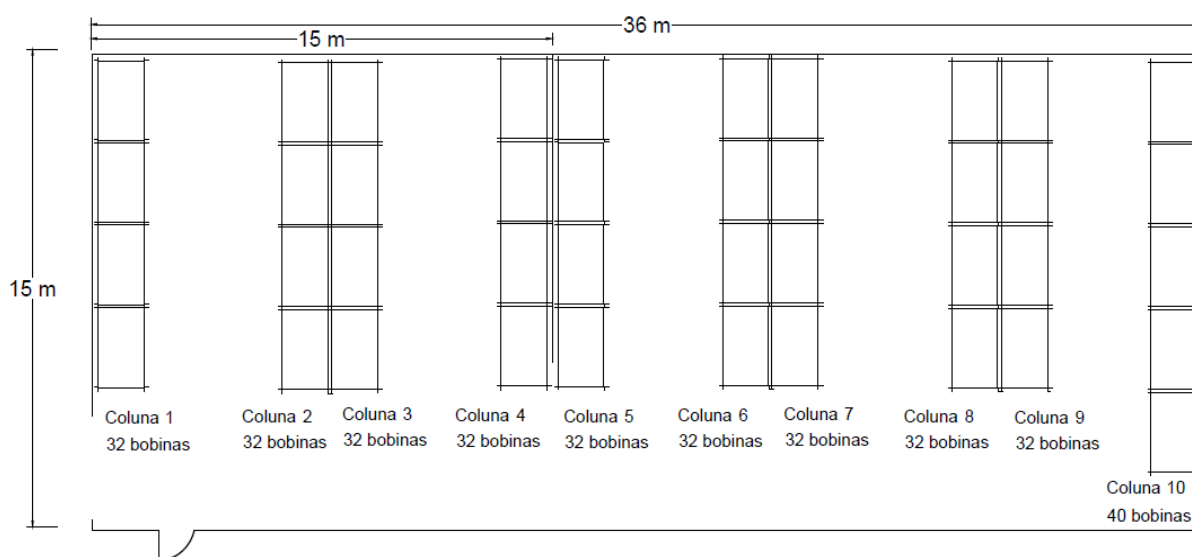


Figura 11 - Novo leiaute proposto dividido por colunas e capacidades. Fonte: Autores (2017)

Com tal leiaute, a proposta de estocagem por família de cabos ocorreria conforme apresentado no Quadro 6.

Observa-se que a capacidade de estocagem é ainda superior ao número de bobinas que serão de fato estocadas, porém isso deve-se ao fato de que a empresa vem buscando ampliar cada vez mais seu faturamento, então consideraram-se também possíveis expansões futuras da mesma.

Quadro 6 - Divisão de cabos mantidos em estoque e suas localizações

Família	Classificação	N° de Bobinas	Localização	Capacidade
Cabo nu	Cabo nu	32 bobinas	Coluna 1	32 bobinas
Cabo 750V 70°	Cabo 750V 70°	62 bobinas	Colunas 2 e 3	64 bobinas
Cabo 1Kv	Cabo 1Kv 90°	78 bobinas	Colunas 4,5 e 6	96 bobinas
	Cabo 1Kv 70°	22 bobinas	Coluna 7	32 bobinas
	Cabo 1Kv Múltiplo 70°	05 bobinas	Coluna 7	
	Cabo 1Kv Múltiplo 90°	30 bobinas	Coluna 8	32 bobinas
Cabo 1 Kv XLPE	Cabo 1Kv XLPE	11 bobinas	Coluna 9	32 bobinas
Cabo Não-halogenado 1Kv 90°	Cabo Não-halogenado 1Kv 90°	07 bobinas	Coluna 10	40 bobinas

Fonte: Autores (2017).

Além da divisão proposta acima, sugere-se também que os cabos sejam estocados conforme sua espessura, para facilitar ainda mais sua localização. Sendo assim, os cabos de menor seção transversal devem ficar nas prateleiras mais acima do porta-bobinas e os cabos de maior seção transversal devem ficar nas prateleiras mais abaixo, facilitando também sua retirada.

Para a aplicação do senso de disciplina foram propostos treinamentos para mostrar a importância da disciplina no ambiente de trabalho, repassando o método e os procedimentos de entrada e saída de itens em estoque, dessa forma o colaborador pode executar as tarefas de forma segura e eficiente, seguindo as normas e padrões estipulados pela empresa.

- Proposta de implementação do relatório A3 associado ao Kaizen

Após a comparação do modelo de SOBEK e SMALLEY (2010) com a realidade da empresa e incluindo algumas ferramentas da qualidade que tinham o mesmo objetivo que o campo referido, foi adaptado um modelo de relatório A3 para a empresa conforme a Figura 12, este modelo será entregue para a Empresa objeto de estudo, para ser utilizado sempre que houver uma ocorrência de falha ou problema.

Em conjunto com o modelo proposto na Figura 12, foi proposto um treinamento para todo pessoal da área de gestão de estoques de cobre, com o objetivo de orientar cada item do relatório A3, dessa forma os funcionários teriam maior capacidade para realizar a análise dos problemas do dia a dia e seriam geradas soluções imediatas e preventivas, de forma mais objetiva e consistente com os problemas.

Relatório A3

Descrição:	Número de Registro:	Data: ___/___/___	Responsável:
------------	---------------------	-------------------	--------------

1. Histórico

2. Condição atual e definição do problema

3. Ações passadas de para conter o problema					
N	Ação	Quem	Quando	Estado	Efetividade
1					
2					
3					
4					

4. Meta e objetivos

5. Identificação de causas potenciais (Brainstorming)

6. Análise das causas e confirmação das causas raiz (Ishikawa)
Causa raiz:

7. Condição alvo

8. Plano de implementação e acompanhamento						
O que? (What?)	Quem? (Who?)	Quando? (When?)	Onde? (Where?)	Porquê? (Why?)	Como? (How?)	Quanto? (How Much?)

9. Ações de acompanhamento

Figura 12 – Modelo de relatório A3. Fonte: Adaptação de Sobek e Smalley (2010).

- Proposta de Implementação da metodologia *Poka-yoke* associada ao *Kaizen*

No início do estudo, o controle dos itens que entravam e saíam de estoque era realizado de forma a inserir ou retirar os dados manualmente de uma planilha de controle de estoque em *Excel*, ilustrada na Figura 13. Foi realizada uma análise da planilha utilizada na qual foi identificada baixa confiabilidade nos dados da mesma. Por exemplo, na inserção de dados (*input*) na planilha, tudo era feito manualmente, sem nenhuma forma de checar se a informação estava correta. A saída da informação (*output*) também era feita de forma manual, dessa forma quando saía algum material do estoque, ou um item era alterado, o operador deveria corrigir manualmente na planilha, existindo uma grande abertura para falhas humanas nesse controle do estoque.

A proposta do *Kaizen* seria, então, extinguir a planilha de *Excel* atualmente utilizada e sugerir que os dados sejam inseridos em um sistema integrado. A empresa dispõe internamente de uma equipe de T.I que conseguiria realizar este trabalho. Deste modo, assim que produzidos, os itens devem ser etiquetados com seus lotes, lances, descrições, códigos e numerações (metodologia já criada para facilitar a localização), além disso devem conter uma etiqueta eletrônica, dotada de chip que leva a todas estas informações, já cadastradas no banco

de dados, a partir da leitura por um sistema de Identificação por Rádio Frequência (*Radio Frequency Identification* - RFID). Essa proposta se respalda no fato do sistema RFID apresentar maior confiabilidade do que o sistema coletor de dados atualmente utilizado pela empresa objeto de pesquisa, o qual não dispõe de memória suficiente, e por isso vem apresentando diversos problemas.

Item	Lote	Código	Descrição	Loc	Qtde	Um	Corte	Saldo	Localização
1	E01-230916/0009	CBIC215010PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 10 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRO	730	M		730	EM BAIXO CATENÁRIA
2	E01-030616/0002	CBIC212010PR	CABO 1Kv RÍGIDO ANTICHAMA 10 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	487	M		487	EM BAIXO CATENÁRIA
3	E02-290916/0003	CBIC215016AZ	CABO 1Kv FLEX. ANTICHAMA 16 MM ² AZUL - EXTRUSÃO	PRC	950	M		950	EM BAIXO CATENÁRIA
4	E01-241116/0002	CBIC215010VE	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 10 MM ² VERDE - EXTRUSÃO	PRC	813	M		813	EM BAIXO CATENÁRIA
5	E02-051116/0003	CBIC245004PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 4X4,0 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	61	M		61	EM BAIXO CATENÁRIA
6	E02-111016/0006	CBIC215035PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 35 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	300	M		300	EM BAIXO CATENÁRIA
7	E01-250716/0002	CBIC215010PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 10 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRO	244	M		244	EM BAIXO CATENÁRIA
8	E01-160316/0001	CBIC215010PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 10 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	200	M		200	EM BAIXO CATENÁRIA
9	E02-290916/0006	CBIC215070PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 70 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRO	210	M		210	EM BAIXO CATENÁRIA
10	E02-051116/0007	CBIC235215PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 3X1,5 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	600	M		600	EM BAIXO CATENÁRIA
11	E02-090416/0002	CBIC215016PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 16 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	400	M		400	EM BAIXO CATENÁRIA
12	E01-270816/0001	CBIC225225PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 2X2,5 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	136	M		136	EM BAIXO CATENÁRIA
13	E02-300516/0001	CBIC235004PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 3X4,0 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	190	M		190	EM BAIXO CATENÁRIA
14	E02-311215/0015	CBIC235004PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 3X4,0 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	76	M		76	ESTOQUE CENTRAL
15	E02-220416/0003	CBIC215016AZ	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 16 MM ² AZUL - EXTRUSÃO	PRC	300	M		300	ESTOQUE CENTRAL
16	E02-180716/0001	CBDE712010PR	CABO COBRE XLPE 1X10MM ² + 1X10MM ² - EXTRUSÃO	PRO	347	M		347	ESTOQUE CENTRAL
16.1	E02-051116/0003	CBIC245004PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 4X4,0 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	116	M		116	ESTOQUE CENTRAL
17	E02-090416/0001	CBIC215016PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 16 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	304	M		304	ESTOQUE CENTRAL
18	E02-250716/0004	CBIC212070PR	CABO 1 Kv RÍGIDO ANTICHAMA 70 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	295	M		295	ESTOQUE CENTRAL
19	E02-151016/0011	CBIC212016PR	CABO 1 Kv RÍGIDO ANTICHAMA 16 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRC	370	M		370	ESTOQUE CENTRAL
20	E02-281215/0008	CBIC225225PR	CABO 1 Kv FLEX. ANTICHAMA 2X2,5 MM ² PRETO - EXTRUSÃO	PRO	340	M		340	ESTOQUE CENTRAL

Figura 13 - Exemplo da planilha de controle de estoque utilizada no início do estudo. Fonte: Empresa objeto de estudo (2017).

O sistema RFID transmite informações por rádio-frequência e permitir gravar e ler informações, criando a possibilidade de manter um histórico referente ao deslocamento e modificações de um produto, e que dificilmente seriam obtidos apenas com a utilização dos códigos impressos. Além disso, o RFID pode proporcionar maior rapidez, haja vista que não precisa procurar código de barras, apenas passá-lo até cerca de 3 metros do material, proporcionando maior facilidade e maior confiabilidade no inventário.

A empresa já dispõe de um equipamento de leitor portátil (manual) RFID, porém ainda não o utiliza no controle de estoques e a proposta seria que passe a utilizá-lo. Deste modo, será necessário adquirir etiquetas eletrônicas, uma impressora para imprimir os dados nas etiquetas eletrônicas, leitor (que esta já possui), um servidor ou *software* para armazenar as informações (cuja criação já foi proposta) e um sistema de comunicação, como a internet ou a rede (também já disponíveis).

Com a aplicação do RFID na gestão dos estoques, sempre que um item entrar em estoque, sua etiqueta eletrônica será lida por rádio frequência e automaticamente será registrada a entrada deste no inventário, através da rede, ocorrendo o mesmo para o caso da saída (baixa) dos itens nos estoques. Quando os cabos elétricos de cobre precisarem sair dos estoques para serem repassados e então retornarem ao mesmo, as etiquetas eletrônicas também deverão ser lidas pelo RFID como uma saída e depois de repassado o cabo, suas etiquetas eletrônicas e a etiqueta impressa devem ser atualizadas com o novo lance e então

entrar novamente em estoque.

O *Poka-Yoke* visa a prevenção de eventuais falhas humanas de forma simples, por isso a proposta é que haja um sensor RFID na entrada dos estoques, conectado a um alarme sonoro fixo que possa disparar sempre que passar por ele um material com etiqueta cuja frequência não tenha sido previamente scaneada pelo leitor de dados RFID, da mesma forma como ocorre na entrada e saída de lojas de departamentos (varejo), assim impedindo a entrada ou saída de materiais em estoques sem que estes tenham sido cadastrados no sistema.

Outra medida é que o sistema seja programado para que as etiquetas impressas e afixadas nos lotes de cabos elétricos não possam ser impressas sem que todas as informações sejam preenchidas no sistema (Lote, número, código, descrição e lance) e que as notas-fiscais não possam ser emitidas sem que tenha sido dado a baixa do material no estoque.

4.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este tópico tem o intuito de analisar as propostas de melhorias na gestão de estoques de cabos elétricos de cobre, na interface manufatura-expedição, expondo os benefícios possivelmente agregados com essas medidas e também considerando os *trade-offs* logísticos associados à sua implementação, caso estas de fato viessem a ser implementadas no futuro.

Haja vista que o trabalho em questão visou propor melhorias ao componente logístico estoques, considerando uma abordagem de Logística Enxuta, na interface manufatura-expedição, o componente logístico Transporte não sofreu alterações e, por isso, não fez parte da análise. Dessa forma, nos Quadros 7, 8 e 9 são apresentados os possíveis impactos das melhorias LE, respectivamente *Kanban*, *5S* e *Kaizen* propostas à gestão dos estoques, nos componentes logísticos (operacionais e estratégicos).

Quadro 7 - Análise de melhorias da proposta *Kanban* e *Trade-offs* logísticos

Componentes logísticos	Com proposta <i>Kanban</i>	Modelo Vigente	Componentes Estratégicos
Instalações	+ Capacidade de estocagem - Utilização de área	- Capacidade de estocagem + Utilização de área	- Custo + Nível de Serviço
Estoques	- Quantidade + Giro + Condizente com a demanda	+ Quantidade, - Giro - Condizente com a demanda	- Custo + Nível de Serviço
Informações	+ Trocas de informação + Integração + Tecnologia da Informação	- Trocas de informação - Integração - Tecnologia da Informação	+ Custo + Nível de Serviço

Fonte: Autores (2017).

As melhorias relacionadas à implementação do modelo *Kanban* aos estoques da empresa afetariam os componentes logísticos operacionais (Instalações, Estoques e Informações) e estratégicos (custos e níveis de serviço). Quanto ao componente Instalações,

com a proposta *Kanban*, menos itens seriam mantidos armazenados (O estoque médio seria 219 ton, enquanto o estoque médio atual é 283 ton de cabos) deste modo, haveria menor utilização da área disponível para armazenagem e, conseqüentemente, maior capacidade de armazenagem de novos itens caso haja necessidade. Além disso, quanto aos estoques, menores quantidades de itens seriam mantidas em estoque, porém estes itens seriam mais condizentes com a demanda real (itens A e B da curva ABC), então haveria maior giro de estoques. Quanto às informações, haveria necessidade de maiores trocas de informação, integração e emprego de tecnologia da informação, já que o *kanban* seria eletrônico e para seu pleno funcionamento maiores interações seriam necessárias. Isto acarretaria em custos de implementação altos, pois investiria-se em tecnologia da informação, treinamento aos funcionários, cartões *Kanban* e produções dos lotes sugeridos, porém isto também reduziria custos de estocagem e de armazenagem já que menos itens seriam mantidos, e levaria à um maior nível de serviço, reduzindo os atrasos no atendimento aos clientes e, conseqüentemente, potencializando fidelização e elevação no número de vendas.

Quadro 8 - Análise de melhorias da proposta 5S e *Trade-offs* logísticos

Componentes logísticos	Com proposta 5S	Modelo Vigente	Componentes Estratégicos
Instalações	+ Centralizadas em uma área	+ Dispersas em vários setores	+ Custo + Nível de Serviço
Estoques	+ Organização	- Organização	= Custo + Nível de Serviço
Informações	+ Integração	- Integração	+ Custo + Nível de Serviço

Fonte: Autores (2017).

As melhorias relacionadas à implementação do modelo 5S aos estoques da empresa também afetariam os componentes logísticos operacionais (Instalações, Estoques e Informações) e estratégicos (custos e níveis de serviço). Quanto ao componente Instalações, com a proposta 5S, os itens ficariam centralizados em uma única área de armazenagem, ao invés de ficarem dispersos pela fábrica também, como ocorre atualmente. Além disso, quanto aos estoques, estes itens estariam mais organizados, em porta-bobinas, permitindo maior visibilidade, e separados por famílias e seções transversais, facilitando sua localização e retirada. Quanto às informações, haveria necessidade de maior integração, para que toda a organização impactada pelo 5S pudesse ser mantida. Isto acarretaria um custo de implementação alto, pois investiria-se em um número elevado de porta-bobinas, em verificação das instalações (para saber se o piso aguentaria o peso dos porta-bobinas com os carretéis, por exemplo) e em treinamento de funcionários, porém isto também elevaria muito o nível de serviço, facilitando a localização dos itens, dando maior confiabilidade aos

estoques e reduzindo os atrasos nas entregas de prazos e atendimento aos clientes, consequentemente, potencializando fidelização e elevação no número de vendas também.

Quadro 9 - Análise de melhorias da proposta *Kaizen* e *Trade-offs* logísticos

Componentes logísticos	Com proposta Kaizen + A3 + Poka-Yoke	Modelo Vigente	Componentes Estratégicos
Instalações	+ Segurança	- Segurança	+ Custo + Nível de Serviço
Estoques	+ Confiabilidade	- Confiabilidade	= Custo + Nível de Serviço
Informações	+ Trocas de informação + Integração + Tecnologia da Informação	- Trocas de informação - Integração - Tecnologia da Informação	+ Custo + Nível de Serviço

Fonte: Autores (2017).

As melhorias relacionadas à implementação do modelo *Kaizen* associado ao A3 e *poka-yoke* nos estoques da empresa, mais uma vez, afetaria os componentes logísticos operacionais (Instalações, Estoques e Informações) e estratégicos (custos e níveis de serviço). Quanto ao componente Instalações, com esta proposta, haveria maior segurança, pois, haveria um alarme impossibilitando a saída dos itens caso não fossem lidos pelo coletor. Além disso, quanto aos estoques, haveria maior confiabilidade, pois, o sistema RFID é mais confiável e, não seria necessária confirmação através de ida aos estoques para saber se os dados que constam no sistema estão corretos, como ocorre atualmente com a planilha utilizada, agilizando assim o tempo de resposta ao cliente e de realização de inventário que é feito no fim do mês. Quanto às informações, haveria necessidade de maiores trocas de informação, integração e emprego de tecnologia da informação, já que um novo sistema seria implementado para fazer o controle dos estoques e isto acarretaria em um custo de implementação alto, pois investiria-se em tecnologia da informação, além de investir em sensores, alarmes e etiquetas eletrônicas e treinamento dos funcionários para lidar com a nova tecnologia e com o novo sistema, porém isto também elevaria consideravelmente o nível de serviço, principalmente pela maior confiabilidade nos estoques, redução de tempos gastos com o mesmo e redução nos tempos de resposta ao cliente, consequentemente, potencializando fidelização e elevação no número de vendas mais uma vez.

Deste modo, com as propostas de implantação das ferramentas LE, em especial *Kanban*, *5S*, *Kaizen*, *A3* e *Poka-Yoke*, observou-se que serão potencializadas reduções das causas de atrasos nos atendimentos aos clientes que foi o problema inicial levantado no estudo, ainda proporcionando à empresa níveis de estoques mais condizentes com as demandas reais e melhor estruturados, de modo a facilitar as localizações dos itens e a confiabilidade dos inventários, assim agilizando as respostas e entregas dos itens aos clientes

finais. Porém, ainda pelos resultados apresentados nos Quadros 7, 8 e 9, tais melhorias trariam custos de implementação, como aquisições de porta-bobinas, sistemas de alarmes, instalação de tecnologias de informação, treinamentos, impressão de cartões Kanban, etiquetas eletrônicas etc.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a execução do trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico e um levantamento das ferramentas *Lean* mais empregadas na logística, principalmente relacionadas à gestão de estoques. Foram realizadas diversas entrevistas com os envolvidos nos estoques da empresa objeto de estudo, mapeadas as atividades desenvolvidas e levantados os problemas principais, sendo o mais recorrente os atrasos no atendimento aos clientes. As causas deste problema foram levantadas, a partir de um Diagrama de *Ishikawa*, e então relacionadas às perdas da Logística Enxuta. A partir disso, dados da empresa, como demanda e leiaute, foram levantados e foi avaliada a viabilidade de implementação das principais ferramentas de Logística Enxuta (LE) para corrigir as causas do problema considerado. Foi então feita a proposta de aplicação destas ferramentas, através de cálculos em *softwares* de planilhas eletrônicas e desenhos em softwares específicos de desenho técnico, e então realizou-se a análise de *trade-offs* destas melhorias propostas.

Pela implementação da ferramenta *Kanban*, propôs-se que os estoques sejam compostos pelos itens A e B, da curva ABC, e que o estoque máximo de cabos de cobre seria de 247 bobinas, reduzindo a quantidade de itens atualmente em estoque e deixando o estoque mais condizentes com a demanda real da fábrica, o que agilizaria o atendimento dos clientes, haja vista que já seriam mantidos produzidos os cabos que são frequentemente demandados.

Com a implementação da ferramenta 5S, foi proposto um novo leiaute para a área de estoque dos cabos elétricos de cobre, que teria capacidade para alocar, com o uso de porta-bobinas, todas as bobinas necessárias, centralizando os estoques em uma única área, e facilitando a localização dos cabos por meio de divisões por famílias e seções transversais, além de facilitar sua retirada e proporcionar maior limpeza aos espaços usados.

Para a implementação do *Kaizen* associado ao A3 foi proposta a utilização do relatório A3 como estratégia para resolver eventuais problemas, focando na busca de potenciais soluções. Já para a implementação do *Kaizen* associado ao *Poka-Yoke*, propôs-se a implantação de um sistema integrado de informações, em substituição à planilha de controle de estoque atualmente utilizada, além da implementação de tecnologia RFID, para coleta e controle de dados dos itens em estoques e sistemas de alarmes nos estoques, possibilitando reduções nos tempos de inventário, maior confiabilidade ao controle de estoques e, conseqüentemente, reduzindo a possibilidade de erros (faltas ou excessos) e de eventuais falhas e atrasos no atendimento aos clientes.

Dessa forma, o trabalho conseguiu atingir o objetivo de propor melhorias ao atual modelo de gestão de estoques de cabos de cobre, abordando ferramentas da LE e

potencializando soluções ao problema de atrasos no atendimento aos clientes. Foram propostas melhorias que buscaram reduzir os impactos das perdas da LE identificadas e que levavam a atrasos no atendimento aos clientes. A partir da implementação das ferramentas *Kanban*, *5S*, *Kaizen*, *A3* e *Poka-Yoke*, tais atrasos podem ser reduzidos, proporcionando maiores níveis de serviços para a empresa em estudo, conforme demonstrado na análise das melhorias e *trade-offs* logísticos abordados no tópico 4.5.

Os resultados atingidos foram julgados satisfatórios, porém propõe-se uma ordem de priorização, caso as propostas venham a ser implementadas: O *Kanban* e o *5S* são propostas mais urgentes e que se complementam, portanto devem ser priorizadas e implementadas concomitantemente. Já a proposta *Kaizen* relacionada ao *Poka-yoke* pode ser implementada posteriormente, já que necessita que os estoques estejam enxutos e melhor estruturados para ser melhor implementada, sem desperdícios de tempo e dinheiro com etiquetas, por exemplo. Por fim, a proposta *Kaizen* relacionada ao *A3* pode ser implementada, haja vista que é mais voltada a solução de eventuais problemas e busca de mais melhorias na empresa.

Esta pesquisa representou grande auxílio aos estudos de ferramentas de LE, haja vista que abordou as mais utilizadas em um contexto aplicado, dando então embasamento ao desenvolvimento de possíveis estudos futuros sobre este assunto. Além disso, o estudo reuniu propostas de melhorias na empresa, auxiliando na gestão e possibilitando a arrecadação de maior volume financeiro, caso estas propostas venham a ser implementadas, já que potencializariam aumentos no nível de atendimento aos clientes, o que possivelmente os levaria à fidelização e proporcionaria maior volume de vendas.

Em função dos resultados encontrados e dos procedimentos propostos, sugerem-se, como oportunidades de desenvolvimento de trabalhos futuros:

- Analisar a viabilidade econômica da implementação das propostas deste trabalho, considerando seus custos e *payback*;
- Realizar estudos quantitativos dos *trade-offs* levantados neste trabalho, para determinar quantitativamente as reduções ou elevações dos custos e níveis de serviço por meio do uso de indicadores associados aos componentes logísticos;
- Realizar mais estudos sobre a aplicação de ferramentas *lean* além do contexto da manufatura, sobretudo em práticas logística *lean*, considerando outros contextos, na empresa objeto de pesquisa e em outras empresas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. A.; DOS SANTOS, A. P. Logística *Lean* para Redução dos Efeitos da Variação da Demanda no Abastecimento de Linhas de Produção. **Revista Perspectivas Contemporâneas**, v. 8, n. 1, p. 53-66, jan. /jun. 2013.
- BAÑOLAS, R. **Logística Enxuta**: alguns conceitos básicos. 2006. Rev. 2017. Disponível em:<<http://www.prolean.com.br/wp-content/uploads/2017/02/Logistica-Enxuta-conceitos-basicos.pdf>>. Acesso em 18 abr 2017.
- BATISTA, L. C. **A metodologia enxuta e sua aplicação na gestão de inventário**: estudo de caso na cadeia de suprimentos de uma fábrica de lubrificantes. 2016. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.
- BEDNÁR, R.; VIDOVÁ, H.; BELUSKÝ, M. *Lean principles application in business logistics*. In: *21st INTERNATIONAL CONFERENCE ON METALLURGY AND MATERIALS–METAL*, 2012, Brno. **Anais...** Brno: METAL, 2012. p. 6-11.
- BEDNÁR, R.; HORNAKOVA, N.; VIDOVÁ, H. *Implementation procedure of lean methods in logistics processes*. In: *22nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON METALLURGY AND MATERIALS–METAL*, 2013, Brno. **Anais...** Brno: METAL, 2013. p. 1817-1822.
- BENEVIDES, G.; ANTONIOLLI, P. D.; ARGUOD, A. R. T. T. A eficiência da gestão de estoques: estudo sobre a aplicação do *lean manufacturing*. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 19-33, mai-ago. 2013.
- BELLI, F. Logística *Lean* como diferencial competitivo para o setor metalúrgico. **E-tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial: Especial Metalomecânica**, Florianópolis, v. 1, n. 5, p.129-144, jul. 2012.
- BULEJ, V.; STOIANOVICI, G.; POPPEOVA, V. *Material flow improvement in automated assembly lines using lean logistics*. In: *22nd INTERNATIONAL DAAAM SYMPOSIUM*, 1., 2011, Vienna. **Annals & Proceedings of DAAAM International**.Vienna: DAAAM International, 2011. p. 253-255.
- CAMELO, G. R.; COELHO, A. S.; BORGES, R. M. Logística enxuta: a abordagem *Lean* na cadeia de suprimentos. In: **XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Abepro, 2010. v. 15, p. 2-13.
- CARREIRA, M. L.; SOBRINHO, P. B. Aplicação de ferramentas da produção enxuta na logística interna: estudo de caso. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 16, n. 24, p. 51-75, 2015.
- DA SILVA, D. T. R.; DE SOUZA, R.; DA SILVA, A. Aplicabilidade da Filosofia *Lean Manufacturing* nas organizações: produção enxuta. **Maiêutica-Estudos Contemporâneos em Gestão Organizacional**, v. 1, n. 1, p. 63-70. 2013.
- DE OLIVEIRA LINDGREN, M. R. H.; CORRÊA, V. A.; OLIVEIRA, E. A de A. Q.; CORRÊA LINDGREN, P. C. *Lean engineering*: um estudo de caso de redução de problemas na troca de informações no desenvolvimento de produtos. **Latin American Journal of Business Management**, v. 7, n. 2, p. 114-147, jul-dez. 2017.
- DE SOUZA, J. M. PDCA e *Lean Manufacturing*: Estudo de Caso de Aplicação de Processos de Qualidade na Gráfica Alfa. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, v. 17, n. 1, p. 11-17, 2016.

ENRIQUE, D. V.; BERTONI, V. B.; PASLAUSKI C. A.; MARODIN, G.A.; FRANK, A. G. *Study of the joint implementation of Information Technologies and Lean Practices. Journal of Lean Systems*, v. 2, n. 3, p. 119-134. 2016.

ESQUETINI, C. E.; ACHCAR, J. A.; VALENTE, C. M. O.; PIRATELLI, C. L. *Use of Poka-Yoke to Prevent Losses in a Metallurgical Industry's Kit Packaging Process: a Case Study. International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, v. 23, n.7, p. 23-31, jul. 2016.

FERNANDES, B. **Implementação de ferramentas do sistema lean manufacturing em uma empresa metalúrgica do município de Lages - Sc.** 2017. 43 p. Relatório de Estágio (Bacharel em Engenharia de Produção)- UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE, Lages - SC, 2017.

FERNANDES, M. L. **Melhorias do processo de planejamento e provisionamento de materiais usando Lean Logistics numa empresa de produtos de alta e média tensão.** 2017, 123. Tese de Doutorado. Universidade do Minho, Braga.

FERREIRA, R. U.; MAGNO, C. O. V. Logística enxuta: distribuição com base na técnica lean thinking. *In: Proceedings of World Congress on Systems Engineering and Information Technology*, 1, 2013, Porto. **Anais...** Porto: COPEC, 2013, v. 1, p. 126-130.

FIGUEIREDO, K. **A logística enxuta.** Rio de Janeiro: Centro de Estudos em Logística do COPPEAD/UFRJ, 2006. Disponível em: <http://www.prologbr.com.br/arquivos/documentos/a_logistica_enxuta.pdf>. Acesso em 05 Abr. 2017.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma.** São Paulo: Atlas, 2012. 361.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002. 176.

HASHIMOTO, J. A. **A implantação do sistema kanban dentro de uma indústria de autopeças.** 2015, 38. Monografia. Universidade de São Francisco, Campinas.

SGARBI JÚNIOR, G.; CARDOSO, A. A. *Lean Seis Sigma na Logística-Aplicação na Gestão dos Estoques em uma Empresa de Autopeças. In: VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, 2012, Resende. **Anais...** Resende: SEGeT, 2012, p 1-12.

KORYTKOWSKI, P.; KARKOSZKA, R. *Simulation-based efficiency analysis of an in-plant milk-run operator under disturbances. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 82, n. 5-8, p. 827-837, 2016.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Bookman Editora, 2006.

LOOS, M. J. **Método para avaliação do grau de desenvolvimento de práticas lean na logística interna de empresas industriais.** 2016, 365. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAGALHÃES, M. A. B. **Aplicação de Lean Logistics numa empresa de transportes e prestação logística.** 2014, 72. Tese de Doutorado. Universidade do Minho, Braga.

MARTINS, G. H.; MARTINS, S. F.; FERREIRA, R. L. Implementação do programa 5s no setor de manutenção: um estudo de caso na indústria de embalagens no Brasil. *Journal of Lean Systems*, v. 1, n. 2, p. 57-74, 2016.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

- NEVES, A. A. **Logística Enxuta aplicada a um Centro de Distribuição**. 2011. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos.
- NOVAES, A. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016. 424.
- OLIVEIRA, T. S. **Proposta de aplicação das ferramentas do lean healthcare à logística hospitalar**. 2014, 130. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- OLIVEIRA, R.; KACH, S. C.; DE OLIVEIRA, E. S.; DA VEIGA, L. R.; GALHARDI, A. C. Estudo de caso na implementação do Kanban em uma indústria de componentes plásticos rotomoldados. **Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura**, v. 1, n. 1, 2015.
- O SETOR ELÉTRICO. **Fios, Cabos e Acessórios**. O setor elétrico, 2017. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/2016/2017/02/14/edicao-132-janeiro-de-2017/>> Acesso em: 05 de Março de 2017.
- PINHEIRO, L. M. P.; TOLEDO, J. C. Aplicação da abordagem lean no processo de desenvolvimento de produto: um survey em empresas industriais brasileiras. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 320-332. 2016.
- PINTO, R. A. Q; TORTATO, U.; DA VEIGA, C. P.; CATAPAN, A. Gestão de estoque e lean manufacturing: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Administração em Diálogo-RAD**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 111-138, jan-abr. 2013.
- PINTO JUNIOR, M. J. A.; MENDES, J. V. *Operational practices of lean manufacturing: Potentiating environmental improvements*. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 4, p. 550-580, 2017.
- ROSSI, E. M. F.; CUNHA, J.; PACHECO, D. A. J. Logística interna enxuta: uma investigação na indústria automotiva. **Latin American Journal of Business Management**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 173-199, jul-dez. 2016.
- SCHIMIGUEL, J.; DE OLIVEIRA, C. R.; DE SOUZA, L. L.; MARÇAL, A. L. Estudo e aplicação do Kaizen no processo de redução de quebras: um estudo de caso. **Reverte-Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba**, n. 12, 2014.
- SENNA, P.; CRUZ, C.; DE SOUZA, L. A.; MONTEIRO, D.; ANTUNES, C. Estudo analítico sobre os conceitos *Lean*, *Agile* e *Leagile* aplicados às cadeias de suprimentos: Uma revisão de literatura. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 2, p. 40-56. 2016.
- SILVA, M. J. F.; TEODORO, A. **LEAN MANUFACTURING: Aplicação nos processos logísticos de armazenagem e carregamento na área de produtos laminados**. 2016, 50. Monografia. Faculdade de Pindamonhangaba, Pindamonhangaba.
- SOBEK II, D.K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- UGARTE, G. M.; GOLDEN, J. S.; DOOLEY, K. J. *Lean versus green: The impact of lean logistics on greenhouse gas emissions in consumer goods supply chains*. **Journal of Purchasing and Supply Management**, Tempe, v. 22, n. 2, p. 98-109, 2016.
- VASILIAUSKAS, A. V.; MACIJASKYTĖ, I.; VITKŪNAS, R.; ZINKEVIČIŪTĖ, V.; PAVLOVA, J. *A model of implementing lean logistics principles in lithuanian transport enterprises*. In: **8th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "BUSINESS AND MANAGEMENT 2014"**, 2014, Vilnius. **Anais...** Vilnius: BSRUN, 2014. v. 8, p.799-807.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. Lean Enterprise Institute, 2005. Disponível em: <<https://www.lean.org/whoweare/newsarticledocuments/acf61a0.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2017.

WU, Z.; XU, J.; XU, Z. *A multiple attribute group decision making framework for the evaluation of lean practices at logistics distribution centers*. *Annals of Operations Research*, Nova York, v. 247, n. 2, p. 735-757. 2016.

ZHANG, A.; LUO, W.; SHI, Y.; CHIA, S. T.; SIM, Z. H. X. *Lean and Six Sigma in logistics: a pilot survey study in Singapore*. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 36, n. 11, p. 1625-1643, 2016.

APÊNDICE A

Tabela de curva “ABC” completa.

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo Nu 35mm ² Classe 2	12.27%	12.27%	A
Cabo 1kV 90° 3x 1.5mm ² Classe 5 0	6.55%	18.82%	A
Cabo 1kV 90° 500mm ² Classe 5 PRETO	4.20%	23.02%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 PRETO	4.20%	27.22%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 AZUL	3.80%	31.01%	A
Cabo Nu 70mm ² Classe 3	3.31%	34.32%	A
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 PRETO	3.00%	37.32%	A
Cabo 1kV 90° 240mm ² Classe 5 PRETO	2.78%	40.11%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 VERDE	2.72%	42.83%	A
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 PRETO	2.29%	45.12%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 VERMELHO	2.28%	47.40%	A
Cabo 1kV 90° 35mm ² Classe 5 PRETO	1.68%	49.08%	A
Cabo 1kV 90° 95mm ² Classe 5 PRETO	1.60%	50.68%	A
Cabo 1kV 90° 185mm ² Classe 5 PRETO	1.59%	52.27%	A
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 AZUL	1.58%	53.85%	A
Cabo 1kV 90° 70mm ² Classe 5 PRETO	1.43%	55.28%	A
Cabo Nu 120mm ² Classe 3	1.36%	56.65%	A
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 VERMELHO	1.32%	57.97%	A
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 5 PRETO	1.31%	59.28%	A
Cabo 1kV 90° 3x 4mm ² Classe 5 0	1.29%	60.58%	A
Cabo 1kV 90° 3x 2.5mm ² Classe 5 0	1.21%	61.78%	A
Cabo 1kV 90° 50mm ² Classe 5 PRETO	1.19%	62.97%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 BRANCO	1.18%	64.15%	A
Cabo 1kV 90° 120mm ² Classe 5 PRETO	1.10%	65.25%	A
Cabo 1kV 90° 25mm ² Classe 5 PRETO	1.00%	66.25%	A
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 AZUL	0.98%	67.23%	A
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 VERDE	0.97%	68.20%	A
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 VERMELHO	0.95%	69.15%	A
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 5 PRETO	0.91%	70.06%	A
Cabo 1kV 90° 150mm ² Classe 5 PRETO	0.81%	70.87%	A
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 2 PRETO	0.81%	71.67%	A
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 VERDE	0.72%	72.39%	A
Cabo 1kV 90° 4x 2.5mm ² Classe 5 0	0.69%	73.09%	A
Cabo 1kV 90° Rígido 150mm ² Classe 2 PRETO	0.68%	73.76%	A
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 5 AZUL	0.67%	74.44%	A
Cabo 1kV 90° 25mm ² Classe 5 AZUL	0.67%	75.11%	A
Cabo 1kV 90° 2x 2.5mm ² Classe 5 0	0.66%	75.77%	A
Cabo 1kV 70° 70mm ² Classe 2 PRETO	0.64%	76.41%	A
Cabo 1kV 70° 35mm ² Classe 2 PRETO	0.64%	77.06%	A
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 AMARELO	0.64%	77.69%	A
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 PRETO	0.63%	78.33%	A

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 1kV 90° 2x 1.5mm ² Classe 5 0	0.62%	78.95%	A
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 PRETO	0.62%	79.57%	A
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 PRETO	0.59%	80.16%	B
Cabo Nu 120mm ² Classe 2	0.55%	80.72%	B
Cabo 1kV 90° 4x 6mm ² Classe 5 0	0.47%	81.18%	B
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 AZUL	0.46%	81.64%	B
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 BRANCO	0.45%	82.08%	B
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 VERMELHO	0.43%	82.52%	B
Cabo 1kV 90° 4x 4mm ² Classe 5 0	0.43%	82.95%	B
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 BRANCO	0.42%	83.37%	B
Cabo 1kV 90° 3x 6mm ² Classe 5 0	0.38%	83.75%	B
Cabo 1kV 90° 4x 10mm ² Classe 5 0	0.38%	84.13%	B
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 5 PRETO	0.37%	84.50%	B
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 5 VERMELHO	0.36%	84.86%	B
Cabo Nu 50mm ² Classe 2	0.36%	85.21%	B
Cabo 1kV 70° 2x 2.5mm ² Classe 5 0	0.34%	85.56%	B
Cabo Nu 70mm ² Classe 2	0.34%	85.90%	B
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 5 VERDE	0.32%	86.22%	B
Cabo 1kV 90° 4x 1.5mm ² Classe 5 0	0.32%	86.54%	B
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 VERDE	0.31%	86.85%	B
Cabo Nu 25mm ² Classe 2	0.30%	87.14%	B
Cabo Nu 95mm ² Classe 2	0.29%	87.44%	B
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 BRANCO	0.29%	87.73%	B
Cabo 1kV 90° 70mm ² Classe 5 AZUL	0.28%	88.01%	B
Cabo 750V 70°C 35mm ² Classe 5 PRETO	0.27%	88.28%	B
Cabo 1kV 90° Rígido 70mm ² Classe 2 PRETO	0.27%	88.55%	B
Cabo 1kV 90° 35mm ² Classe 5 AZUL	0.27%	88.81%	B
Cabo 1kV 90° 3x 10mm ² Classe 5 0	0.26%	89.08%	B
Cabo 1kV 90° Rígido 16mm ² Classe 2 PRETO	0.26%	89.33%	B
Cabo 1kV 90° 300mm ² Classe 5 PRETO	0.25%	89.58%	B
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 5 AZUL	0.25%	89.83%	B
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 AZUL	0.24%	90.07%	B
Cabo 1kV 90° 50mm ² Classe 5 AZUL	0.24%	90.31%	B
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 5 VERDE	0.24%	90.54%	B
Cabo 1kV 70° 3x 2.5mm ² Classe 5 0	0.23%	90.78%	B
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 AZUL	0.23%	91.01%	B
Cabo 1kV 90° 400mm ² Classe 5 PRETO	0.22%	91.23%	B
Cabo 1kV 70° 2x 1.5mm ² Classe 5 0	0.22%	91.46%	B
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 AMARELO	0.22%	91.68%	B
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 2 PRETO	0.22%	91.89%	B
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 AMARELO	0.22%	92.11%	B
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 5 PRETO	0.21%	92.32%	B

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 1kV 90° 3x 16mm ² Classe 5 0	0.20%	92.52%	B
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 VERDE	0.19%	92.71%	B
Cabo 1kV 70° 240mm ² Classe 2 PRETO	0.19%	92.91%	B
Cabo 1kV 90° 2x 4mm ² Classe 5 0	0.19%	93.09%	B
Cabo 1kV 90° 25mm ² Classe 5 VERDE	0.18%	93.27%	B
Cabo 1kV 90° 95mm ² Classe 5 AZUL	0.18%	93.46%	B
Cabo 1kV 70° 50mm ² Classe 2 PRETO	0.18%	93.63%	B
Cabo 1kV 90° 3x 25mm ² Classe 5 0	0.17%	93.80%	B
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 5 AZUL	0.16%	93.96%	B
Cabo 1kV 90° 4x 16mm ² Classe 5 0	0.16%	94.12%	B
Cabo 1kV 90° 4x 25mm ² Classe 5 0	0.14%	94.26%	B
Cabo 1kV 70° 10mm ² Classe 5 PRETO	0.14%	94.40%	B
Cabo 1kV 90° 6mm ² Classe 5 PRETO	0.14%	94.54%	B
Cabo 1kV 70° 2x 4mm ² Classe 5 0	0.13%	94.67%	B
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 95mm ² Classe 5 PRETO	0.13%	94.80%	B
Cabo 1kV 70° 70mm ² Classe 5 PRETO	0.13%	94.92%	B
Cabo 1kV 90° 50mm ² Classe 5 VERDE	0.13%	95.05%	C
Cabo 1kV 70° 3x 6mm ² Classe 5 0	0.13%	95.17%	C
Cabo 1kV 70° 4x 2.5mm ² Classe 5 0	0.12%	95.30%	C
Cabo 1kV 70° 3x 4mm ² Classe 5 0	0.12%	95.42%	C
Cabo 1kV 90° 3x 35mm ² Classe 5 0	0.12%	95.55%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 5 AMARELO	0.12%	95.67%	C
Cabo 1kV 90° 35mm ² Classe 5 VERDE	0.12%	95.79%	C
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 VERDE	0.11%	95.90%	C
Cabo 1kV 70° 35mm ² Classe 5 PRETO	0.11%	96.01%	C
Cabo 1kV 90° 2x 6mm ² Classe 5 0	0.11%	96.11%	C
Cabo 1kV 90° Rígido 35mm ² Classe 2 PRETO	0.11%	96.22%	C
Cabo 1kV 90° 70mm ² Classe 5 VERDE	0.10%	96.32%	C
Cabo 1kV 70° 4x 10mm ² Classe 5 0	0.09%	96.41%	C
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 5 VERMELHO	0.09%	96.49%	C
Cabo 1kV 90° 185mm ² Classe 5 AZUL	0.08%	96.57%	C
Cabo 1kV 70° 95mm ² Classe 5 PRETO	0.08%	96.65%	C
Cabo 1kV 70° 3x 1.5mm ² Classe 5 0	0.08%	96.73%	C
Cabo 750V 70°C 35mm ² Classe 5 AZUL	0.08%	96.80%	C
Cabo 1kV 90° 120mm ² Classe 5 AZUL	0.07%	96.88%	C
Cabo 1kV 90° 2.5mm ² Classe 5 PRETO	0.07%	96.95%	C
Cabo 1kV 70° 120mm ² Classe 5 PRETO	0.07%	97.02%	C
Cabo 1kV 90° 4mm ² Classe 5 PRETO	0.07%	97.08%	C
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 5 BRANCO	0.06%	97.15%	C
Cabo 1kV 70° 4x 6mm ² Classe 5 0	0.06%	97.21%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 PRETO	0.06%	97.27%	C

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 VERDE	0.06%	97.33%	C
Cabo 1kV 70° 50mm ² Classe 5 PRETO	0.06%	97.39%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 AZUL	0.05%	97.44%	C
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 VERMELHO	0.05%	97.49%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 CINZA	0.05%	97.55%	C
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 5 VERDE	0.05%	97.60%	C
Cabo 1kV 70° 4x 16mm ² Classe 5 0	0.05%	97.65%	C
Cabo 1kV 70° 4x 4mm ² Classe 5 0	0.05%	97.70%	C
Cabo 1kV 90° 3x 185mm ² Classe 5 0	0.05%	97.75%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 240mm ² Classe 5 PRETO	0.05%	97.79%	C
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 5 VERDE	0.05%	97.84%	C
Cabo 1kV 70° 25mm ² Classe 5 PRETO	0.04%	97.89%	C
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 VERMELHO	0.04%	97.93%	C
Cabo 1kV 90° 4mm ² Classe 5 VERMELHO	0.04%	97.97%	C
Cabo 1kV 90° 6mm ² Classe 5 AZUL	0.04%	98.02%	C
Cabo 1kV 90° 95mm ² Classe 5 VERDE	0.04%	98.06%	C
Cabo Nu 16mm ² Classe 2	0.04%	98.10%	C
Cabo 1kV 70° 4x 25mm ² Classe 5 0	0.04%	98.15%	C
Cabo 1kV 70° 10mm ² Classe 5 AZUL	0.04%	98.19%	C
Cabo Nu 10mm ² Classe 1	0.04%	98.23%	C
Cabo 1kV 90° 25mm ² Classe 5 VERMELHO	0.04%	98.27%	C
Cabo 1kV 90° 300mm ² Classe 5 AZUL	0.04%	98.31%	C
Cabo 1kV 90° 3x 50mm ² Classe 5 0	0.04%	98.35%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 1 PRETO	0.04%	98.39%	C
Cabo 1kV 70° 70mm ² Classe 5 AZUL	0.04%	98.42%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 16mm ² Classe 5 PRETO	0.04%	98.46%	C
Cabo 1kV 70° 2x 6mm ² Classe 5 0	0.04%	98.50%	C
Cabo 1kV 90° 120mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.53%	C
Cabo 1kV 70° 120mm ² Classe 2 PRETO	0.03%	98.56%	C
Cabo 1kV 70° 3x 10mm ² Classe 5 0	0.03%	98.60%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 PRETO	0.03%	98.63%	C
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 5 VERMELHO	0.03%	98.66%	C
Cabo 1kV 90° 4mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.69%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 BRANCO	0.03%	98.72%	C
Cabo 1kV 90° 240mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.75%	C
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 5 AZUL	0.03%	98.78%	C
Cabo 1kV 70° 10mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.81%	C
Cabo 750V 70°C 35mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.83%	C
Cabo Nu 16mm ² Classe 1	0.03%	98.86%	C
Cabo 1kV 90° 150mm ² Classe 5 AZUL	0.03%	98.89%	C
Cabo 1kV 70° 50mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.91%	C

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 1kV 90° 2.5mm ² Classe 5 AZUL	0.03%	98.94%	C
Cabo 750V 70°C 150mm ² Classe 5 PRETO	0.03%	98.97%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 50mm ² Classe 5 VERDE	0.03%	98.99%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 50mm ² Classe 5 AZUL	0.03%	99.02%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 1 VERDE	0.03%	99.04%	C
Cabo 1kV 90° 4mm ² Classe 5 AZUL	0.02%	99.07%	C
Cabo Revestido 120mm ² Classe 2 PRETO	0.02%	99.09%	C
Cabo 750V 70°C 95mm ² Classe 5 PRETO	0.02%	99.12%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 50mm ² Classe 5 PRETO	0.02%	99.14%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 VERDE	0.02%	99.16%	C
Cabo 1kV 90° 2x 10mm ² Classe 5 0	0.02%	99.18%	C
Cabo 1kV 90° 6mm ² Classe 5 VERMELHO	0.02%	99.20%	C
Cabo 1kV 70° 4mm ² Classe 5 PRETO	0.02%	99.22%	C
Cabo 750V 70°C 70mm ² Classe 5 PRETO	0.02%	99.24%	C
Cabo 1kV 90° 6mm ² Classe 5 VERDE	0.02%	99.26%	C
Cabo 1kV 90° 2.5mm ² Classe 5 VERDE	0.02%	99.28%	C
Cabo Nu 4mm ² Classe 1	0.02%	99.30%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 16mm ² Classe 5 VERDE	0.02%	99.32%	C
Cabo 1kV 70° 25mm ² Classe 2 PRETO	0.02%	99.34%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 240mm ² Classe 5 AZUL	0.02%	99.35%	C
Cabo Nu 10mm ² Classe 2	0.02%	99.37%	C
Cabo 1kV 70° 25mm ² Classe 5 AZUL	0.02%	99.39%	C
Cabo 1kV 70° 2x 10mm ² Classe 5 0	0.02%	99.40%	C
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 BRANCO	0.02%	99.42%	C
Cabo 1kV 70° 3x 35mm ² Classe 5 0	0.02%	99.43%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 1 AZUL	0.02%	99.45%	C
Cabo 1kV 90° 70mm ² Classe 5 VERMELHO	0.02%	99.46%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 16mm ² Classe 5 AZUL	0.02%	99.48%	C
Cabo 750V 70°C 50mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.49%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 25mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.51%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 1 VERMELHO	0.01%	99.52%	C
Cabo 1kV 90° 50mm ² Classe 5 VERMELHO	0.01%	99.54%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 240mm ² Classe 5 VERDE	0.01%	99.55%	C
Cabo 1kV 70° 2.5mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.56%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 4x 2.5mm ² Classe 5 0	0.01%	99.58%	C
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 CINZA	0.01%	99.59%	C
Cabo 750V 70°C 25mm ² Classe 2 AZUL	0.01%	99.60%	C
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 BRANCO	0.01%	99.61%	C

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 1 PRETO	0.01%	99.62%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 25mm ² Classe 5 AZUL	0.01%	99.64%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 AZUL	0.01%	99.65%	C
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 2 AZUL	0.01%	99.66%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 5 CINZA	0.01%	99.67%	C
Cabo 1kV 70° 6mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.68%	C
Cabo 1kV 70° 16mm ² Classe 5 VERMELHO	0.01%	99.69%	C
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 2 PRETO	0.01%	99.70%	C
Cabo 750V 70°C 16mm ² Classe 2 AZUL	0.01%	99.71%	C
Cabo 1kV 90° 16mm ² Classe 5 AMARELO	0.01%	99.72%	C
Cabo 1kV 70° 2.5mm ² Classe 5 AZUL	0.01%	99.73%	C
Cabo 1kV 90° 25mm ² Classe 5 BRANCO	0.01%	99.73%	C
Cabo 1kV 70° 10mm ² Classe 2 PRETO	0.01%	99.74%	C
Cabo 1kV 70° 25mm ² Classe 2 AZUL	0.01%	99.75%	C
Cabo 1kV 70° 4mm ² Classe 5 AZUL	0.01%	99.76%	C
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 1 PRETO	0.01%	99.77%	C
Cabo 750V 70°C 35mm ² Classe 2 PRETO	0.01%	99.78%	C
Cabo 1kV 90° 35mm ² Classe 5 VERMELHO	0.01%	99.78%	C
Cabo 750V 70°C 50mm ² Classe 2 PRETO	0.01%	99.79%	C
Cabo 1kV 70° 4x 35mm ² Classe 5 0	0.01%	99.80%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 1 VERMELHO	0.01%	99.80%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 5 AMARELO	0.01%	99.81%	C
Cabo 750V 70°C 35mm ² Classe 5 VERMELHO	0.01%	99.82%	C
Cabo 1kV 90° 10mm ² Classe 5 AMARELO	0.01%	99.82%	C
Cabo 1kV 90° 2.5mm ² Classe 5 VERMELHO	0.01%	99.83%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 4x 1.5mm ² Classe 5 0	0.01%	99.84%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 4mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.84%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 4mm ² Classe 5 VERDE	0.01%	99.85%	C
Cabo 750V 70°C 6mm ² Classe 1 BRANCO	0.01%	99.85%	C
Cabo 1kV 90° 35mm ² Classe 5 BRANCO	0.01%	99.86%	C
Cabo 750V 70°C 120mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.87%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 4mm ² Classe 5 AZUL	0.01%	99.87%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 10mm ² Classe 5 PRETO	0.01%	99.88%	C
Cabo 1kV 90° 300mm ² Classe 5 VERDE	0.01%	99.88%	C
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 2 PRETO	0.01%	99.89%	C
Cabo 750V 70°C 10mm ² Classe 1 VERDE	0.00%	99.89%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 1 AZUL	0.00%	99.90%	C
Cabo 750V 70°C 4mm ² Classe 1 VERDE	0.00%	99.90%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² Classe 1 VERMELHO	0.00%	99.91%	C
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² Classe 5 AMARELO	0.00%	99.91%	C

Fonte: Autores (2017).

Tabela de curva “ABC” completa (cont.).

Cabo	% de volume vendido	% Acumulada	Classificação
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 25mm² Classe 5 VD	0.00%	99.91%	C
Cabo 750V 70°C 6mm² Classe 5 CINZA	0.00%	99.92%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 6mm² Classe 5 PT	0.00%	99.92%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm² Classe 1 VERDE	0.00%	99.93%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 3x 2.5mm² Classe 5 0	0.00%	99.93%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 2 VERDE	0.00%	99.93%	C
Cabo 750V 105°C 10mm² Classe 5 PRETO	0.00%	99.94%	C
Cabo 750V 70°C 70mm² Classe 5 AZUL	0.00%	99.94%	C
Cabo 1kV 70° 10mm² Classe 2 AZUL	0.00%	99.94%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 5 CINZA	0.00%	99.95%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm² Classe 1 BRANCO	0.00%	99.95%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm² Classe 1 PRETO	0.00%	99.95%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 3x 1.5mm² Classe 5 0	0.00%	99.95%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 10mm² Classe 5 VERDE	0.00%	99.96%	C
Cabo 750V 70°C 4mm² Classe 1 AZUL	0.00%	99.96%	C
Cabo 1kV 70° 6mm² Classe 5 AZUL	0.00%	99.96%	C
Cabo 750V 70°C 50mm² Classe 5 VERMELHO	0.00%	99.96%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 2 VERMELHO	0.00%	99.97%	C
Cabo 1kV 90° 240mm² Classe 5 AZUL	0.00%	99.97%	C
Cabo 750V 70°C 6mm² Classe 5 AZUL	0.00%	99.97%	C
Cabo 750V 70°C 6mm² Classe 5 PRETO	0.00%	99.97%	C
Cabo 750V 70°C 6mm² Classe 5 VERDE	0.00%	99.98%	C
Cabo 750V 70°C 16mm² Classe 2 VERDE	0.00%	99.98%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 2 AZUL	0.00%	99.98%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 6mm² Classe 5 VERDE	0.00%	99.98%	C
Cabo 1kV 90° 4mm² Classe 5 BRANCO	0.00%	99.98%	C
Cabo 750V 70°C 35mm² Classe 2 AZUL	0.00%	99.98%	C
Cabo 750V 70°C 16mm² Classe 1 VERDE	0.00%	99.99%	C
Cabo 750V 70°C 16mm² Classe 1 VERMELHO	0.00%	99.99%	C
Cabo 750V 70°C 2.5mm² Classe 5 VERMELHO	0.00%	99.99%	C
Cabo 1kV 90° 1.5mm² Classe 5 VERMELHO	0.00%	99.99%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 1 VERMELHO	0.00%	99.99%	C
Cabo 750V 70°C 10mm² Classe 1 AZUL	0.00%	99.99%	C
Cabo 1kV 70° 2.5mm² Classe 5 VERDE	0.00%	100.00%	C
Cabo 750V 70°C 16mm² Classe 1 AZUL	0.00%	100.00%	C
Cabo 1kV 90° 1.5mm² Classe 5 PRETO	0.00%	100.00%	C
Cabo 750V 70°C 6mm² Classe 1 AMARELO	0.00%	100.00%	C
Cabo 750V 70°C 4mm² Classe 1 BRANCO	0.00%	100.00%	C
Cabo 1kV 70° 4x 1.5mm² Classe 5 0	0.00%	100.00%	C
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 10mm² Classe 5 AZUL	0.00%	100.00%	C
Cabo 750V 70°C 4mm² Classe 1 AMARELO	0.00%	100.00%	C

Fonte: Autores (2017).

APÊNDICE B

Tabela de dimensionamento do *Kanban* completa.

Item	Número total de cartões	Cartões Verdes	Cartões Amarelos	Cartões Vermelhos	Total de material pelo total de cartões (Kg)
Cabo Nu 35mm ² Classe 2	21	2	15	4	16,358.00
Cabo 1kV 90° 3x 1.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,510.16
Cabo 1kV 90° 500mm ² PRETO Classe 5	52	4	37	11	120,482.78
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo Nu 70mm ² Classe 3	3	1	1	1	2,280.60
Cabo 750V 70°C 4mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 1kV 90° 240mm ² PRETO Classe 5	9	3	4	2	20,346.71
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 750V 70°C 6mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	457.62
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² VERMELHO Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 1kV 90° 35mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,728.59
Cabo 1kV 90° 95mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,727.62
Cabo 1kV 90° 185mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	10,376.50
Cabo 750V 70°C 4mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 1kV 90° 70mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,606.30
Cabo Nu 120mm ² Classe 3	3	1	1	1	4,025.61
Cabo 750V 70°C 4mm ² VERMELHO Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 750V 70°C 10mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	783.45
Cabo 1kV 90° 3x 4mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,583.20
Cabo 1kV 90° 3x 2.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	2,452.65
Cabo 1kV 90° 50mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,533.86
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² BRANCO Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 1kV 90° 120mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	4,113.25
Cabo 1kV 90° 25mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,026.60
Cabo 750V 70°C 6mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	457.62
Cabo 750V 70°C 4mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 750V 70°C 6mm ² VERMELHO Classe 5	3	1	1	1	457.62

Fonte: Autores (2017).

Tabela de dimensionamento do *Kanban* completa (cont.).

Item	Número total de cartões	Cartões Verdes	Cartões Amarelos	Cartões Vermelhos	Total de material pelo total de cartões (Kg)
Cabo 750V 70°C 16mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	1,185.49
Cabo 1kV 90° 150mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	4,274.09
Cabo 750V 70°C 25mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	1,948.36
Cabo 750V 70°C 6mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	457.62
Cabo 1kV 90° 4x 2.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	3,030.21
Cabo 1kV 90° Rígido 150mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	4,206.86
Cabo 750V 70°C 10mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	783.45
Cabo 1kV 90° 25mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	2,026.60
Cabo 1kV 90° 2x 2.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	2,028.57
Cabo 1kV 70° 70mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	2,806.27
Cabo 1kV 70° 35mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	3,057.95
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² AMARELO Classe 5	3	1	1	1	523.34
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 1kV 90° 2x 1.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,274.55
Cabo 1kV 90° 16mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	1,325.03
Cabo 1kV 90° 10mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	905.48
Cabo Nu 120mm ² Classe 2	3	1	1	1	4,096.80
Cabo 1kV 90° 4x 6mm ² Classe 5	3	1	1	1	2,449.60
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 750V 70°C 4mm ² BRANCO Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² VERMELHO Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 1kV 90° 4x 4mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,974.09
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² BRANCO Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 1kV 90° 3x 6mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,950.73
Cabo 1kV 90° 4x 10mm ² Classe 5	3	1	1	1	3,824.80
Cabo 750V 70°C 25mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	1,856.37
Cabo 750V 70°C 10mm ² VERMELHO Classe 5	3	1	1	1	783.45
Cabo Nu 50mm ² Classe 2	3	1	1	1	2,243.38
Cabo 1kV 70° 2x 2.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	2,307.77
Cabo Nu 70mm ² Classe 2	3	1	1	1	2,225.16
Cabo 750V 70°C 10mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	783.45

Fonte: Autores (2017).

Tabela de dimensionamento do *Kanban* completa (cont.).

Item	Número total de cartões	Cartões Verdes	Cartões Amarelos	Cartões Vermelhos	Total de material pelo total de cartões (Kg)
Cabo 1kV 90° 4x 1.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,845.83
Cabo 1kV 90° 16mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	1,325.03
Cabo Nu 25mm ² Classe 2	3	1	1	1	1,586.67
Cabo Nu 95mm ² Classe 2	3	1	1	1	2,538.67
Cabo 750V 70°C 6mm ² BRANCO Classe 5	3	1	1	1	457.62
Cabo 1kV 90° 70mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	2,606.30
Cabo 750V 70°C 35mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,523.71
Cabo 1kV 90° Rígido 70mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	2,485.46
Cabo 1kV 90° 35mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	2,728.59
Cabo 1kV 90° 3x 10mm ² Classe 5	3	1	1	1	3,019.82
Cabo 1kV 90° Rígido 16mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	1,268.21
Cabo 1kV 90° 300mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	6,304.27
Cabo 750V 70°C 16mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	1,185.49
Cabo 1kV 90° 10mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	905.48
Cabo 1kV 90° 50mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	2,533.86
Cabo 750V 70°C 16mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	1,185.49
Cabo 1kV 70° 3x 2.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	2,819.48
Cabo 1kV 90° 16mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	1,325.03
Cabo 1kV 90° 400mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	5,506.17
Cabo 1kV 70° 2x 1.5mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,480.56
Cabo 750V 70°C 4mm ² AMARELO Classe 5	3	1	1	1	356.84
Cabo 1kV 70° 16mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	1,545.91
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² AMARELO Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 1kV 70° 16mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	1,480.59
Cabo 1kV 90° 3x 16mm ² Classe 5	3	1	1	1	4,771.84
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	280.80
Cabo 1kV 70° 240mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	7,554.54
Cabo 1kV 90° 2x 4mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,285.67
Cabo 1kV 90° 25mm ² VERDE Classe 5	3	1	1	1	2,026.60
Cabo 1kV 90° 95mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	2,727.62
Cabo 1kV 70° 50mm ² PRETO Classe 2	3	1	1	1	2,723.72
Cabo 1kV 90° 3x 25mm ² Classe 5	3	1	1	1	7,326.65

Fonte: Autores (2017).

Tabela de dimensionamento do *Kanban* completa (cont.).

Item	Número total de cartões	Cartões Verdes	Cartões Amarelos	Cartões Vermelhos	Total de material pelo total de cartões (Kg)
Cabo 750V 70°C 25mm ² AZUL Classe 5	3	1	1	1	1,856.37
Cabo 1kV 90° 4x 16mm ² Classe 5	3	1	1	1	6,023.35
Cabo 1kV 90° 4x 25mm ² Classe 5	3	1	1	1	9,286.28
Cabo 1kV 70° 10mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	1,038.76
Cabo 1kV 90° 6mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	591.91
Cabo 1kV 70° 2x 4mm ² Classe 5	3	1	1	1	1,614.88
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 95mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,712.42
Cabo 1kV 70° 70mm ² PRETO Classe 5	3	1	1	1	2,786.47

Fonte: Autores (2017).

APÊNDICE C

Tabela de projeção do estoque com as demandas reais utilizando a ferramenta kanban para reposição.

Ano	2017	2017	2017	Média
Item \ Mês	4	5	6	
Cabo Nu 35mm ² Classe 2	11657	179	5301	5408
Cabo 1kV 90° 3x 1.5mm ² Classe 5	1249	78	891	668
Cabo 1kV 90° 500mm ² PRETO Classe 5	37374	37374	37374	5901
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² PRETO Classe 5	142	198	382	244
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² AZUL Classe 5	512	425	422	301
Cabo Nu 70mm ² Classe 3	1336	636	955	536
Cabo 750V 70°C 4mm ² PRETO Classe 5	162	132	313	207
Cabo 1kV 90° 240mm ² PRETO Classe 5	13743	13743	13743	12296
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² VERDE Classe 5	16	369	457	278
Cabo 750V 70°C 6mm ² PRETO Classe 5	399	342	284	297
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² VERMELHO Classe 5	245	144	201	205
Cabo 1kV 90° 35mm ² PRETO Classe 5	2690	2271	632	1459
Cabo 1kV 90° 95mm ² PRETO Classe 5	1658	1658	1427	1607
Cabo 1kV 90° 185mm ² PRETO Classe 5	10218	10218	10218	6940
Cabo 750V 70°C 4mm ² AZUL Classe 5	210	160	331	184
Cabo 1kV 90° 70mm ² PRETO Classe 5	2445	2360	1044	1478
Cabo Nu 120mm ² Classe 3	3665	3665	3665	1368
Cabo 750V 70°C 4mm ² VERMELHO Classe 5	25	95	223	193
Cabo 750V 70°C 10mm ² PRETO Classe 5	542	97	634	458
Cabo 1kV 90° 3x 4mm ² Classe 5	1164	1164	926	962
Cabo 1kV 90° 3x 2.5mm ² Classe 5	1892	1983	1983	1683
Cabo 1kV 90° 50mm ² PRETO Classe 5	2475	2266	2436	1908
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² BRANCO Classe 5	208	134	431	315
Cabo 1kV 90° 120mm ² PRETO Classe 5	3325	3325	3325	2801
Cabo 1kV 90° 25mm ² PRETO Classe 5	440	1919	1761	1382
Cabo 750V 70°C 6mm ² AZUL Classe 5	242	397	343	276
Cabo 750V 70°C 4mm ² VERDE Classe 5	66	29	50	175
Cabo 750V 70°C 6mm ² VERMELHO Classe 5	404	208	370	296
Cabo 750V 70°C 16mm ² PRETO Classe 5	1095	72	1178	660
Cabo 1kV 90° 150mm ² PRETO Classe 5	3511	3511	3511	3326
Cabo 750V 70°C 25mm ² PRETO Classe 2	1671	1671	1564	431
Cabo 750V 70°C 6mm ² VERDE Classe 5	166	328	34	227
Cabo 1kV 90° 4x 2.5mm ² Classe 5	2612	2612	2612	2062
Cabo 1kV 90° Rígido 150mm ² PRETO Classe 2	3425	3425	3425	721
Cabo 750V 70°C 10mm ² AZUL Classe 5	613	244	486	481
Cabo 1kV 90° 25mm ² AZUL Classe 5	1438	1438	1807	1003
Cabo 1kV 90° 2x 2.5mm ² Classe 5	1757	1757	1757	1502
Cabo 1kV 70° 70mm ² PRETO Classe 2	2071	2071	2071	1526
Cabo 1kV 70° 35mm ² PRETO Classe 2	2978	2978	2978	2043

Fonte: Autores (2017).

Tabela de projeção do estoque com as demandas reais utilizando a ferramenta kanban para reposição (cont.).

Ano	2017	2017	2017	Média
Item \ Mês	4	5	6	
Cabo 750V 70°C 2.5mm ² AMARELO Classe 5	510	406	9	332
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² PRETO Classe 5	212	175	135	200
Cabo 1kV 90° 2x 1.5mm ² Classe 5	1256	1017	992	1021
Cabo 1kV 90° 16mm ² PRETO Classe 5	767	706	394	557
Cabo 1kV 90° 10mm ² PRETO Classe 5	887	825	772	649
Cabo Nu 120mm ² Classe 2	1356	1356	1356	778
Cabo 1kV 90° 4x 6mm ² Classe 5	1952	1952	1952	1313
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² AZUL Classe 5	255	138	97	165
Cabo 750V 70°C 4mm ² BRANCO Classe 5	101	323	73	206
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² VERMELHO Classe 5	21	151	34	155
Cabo 1kV 90° 4x 4mm ² Classe 5	1694	1694	1694	1427
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² BRANCO Classe 5	39	26	234	169
Cabo 1kV 90° 3x 6mm ² Classe 5	1708	1708	1708	1438
Cabo 1kV 90° 4x 10mm ² Classe 5	3476	3476	3476	2744
Cabo 750V 70°C 25mm ² PRETO Classe 5	1698	1698	1698	1609
Cabo 750V 70°C 10mm ² VERMELHO Classe 5	774	547	547	495
Cabo Nu 50mm ² Classe 2	1742	1742	1742	1188
Cabo 1kV 70° 2x 2.5mm ² Classe 5	1964	1964	1964	1860
Cabo Nu 70mm ² Classe 2	297	2168	2168	261
Cabo 750V 70°C 10mm ² VERDE Classe 5	602	602	367	529
Cabo 1kV 90° 4x 1.5mm ² Classe 5	1769	1769	1769	1425
Cabo 1kV 90° 16mm ² VERDE Classe 5	1131	1131	1167	954
Cabo Nu 25mm ² Classe 2	787	787	787	922
Cabo Nu 95mm ² Classe 2	1793	1793	1793	517
Cabo 750V 70°C 6mm ² BRANCO Classe 5	339	339	339	351
Cabo 1kV 90° 70mm ² AZUL Classe 5	2155	2155	2155	1588
Cabo 750V 70°C 35mm ² PRETO Classe 5	1968	1968	1968	1553
Cabo 1kV 90° Rígido 70mm ² PRETO Classe 2	2483	2483	2483	523
Cabo 1kV 90° 35mm ² AZUL Classe 5	2682	2682	2682	1835
Cabo 1kV 90° 3x 10mm ² Classe 5	2550	2550	2550	1879
Cabo 1kV 90° Rígido 16mm ² PRETO Classe 2	864	864	856	311
Cabo 1kV 90° 300mm ² PRETO Classe 5	5523	5523	5523	4070
Cabo 750V 70°C 16mm ² AZUL Classe 5	1079	1079	1079	948
Cabo 1kV 90° 10mm ² AZUL Classe 5	878	878	878	705
Cabo 1kV 90° 50mm ² AZUL Classe 5	2370	2370	2370	1871
Cabo 750V 70°C 16mm ² VERDE Classe 5	1015	1164	1164	978
Cabo 1kV 70° 3x 2.5mm ² Classe 5	2783	2783	2783	2197
Cabo 1kV 90° 16mm ² AZUL Classe 5	737	915	915	484
Cabo 1kV 90° 400mm ² PRETO Classe 5	1058	1058	1058	167
Cabo 1kV 70° 2x 1.5mm ² Classe 5	1473	1473	1473	1163
Cabo 750V 70°C 4mm ² AMARELO Classe 5	277	277	240	161

Fonte: Autores (2017).

Tabela de projeção do estoque com as demandas reais utilizando a ferramenta kanban para reposição (cont.).

Ano	2017	2017	2017	Média
Item \ Mês	4	5	6	
Cabo 1kV 70° 16mm ² PRETO Classe 2	965	965	965	568
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² AMARELO Classe 5	107	96	237	202
Cabo 1kV 70° 16mm ² PRETO Classe 5	816	816	816	794
Cabo 1kV 90° 3x 16mm ² Classe 5	4373	4373	4373	4143
Cabo 750V 70°C 1.5mm ² VERDE Classe 5	250	250	193	216
Cabo 1kV 70° 240mm ² PRETO Classe 2	6195	6195	6195	1630
Cabo 1kV 90° 2x 4mm ² Classe 5	1240	1240	1240	1069
Cabo 1kV 90° 25mm ² VERDE Classe 5	1736	1736	1736	1462
Cabo 1kV 90° 95mm ² AZUL Classe 5	2038	2038	2038	1501
Cabo 1kV 70° 50mm ² PRETO Classe 2	1967	1967	1967	1450
Cabo 1kV 90° 3x 25mm ² Classe 5	7124	7124	7124	5999
Cabo 750V 70°C 25mm ² AZUL Classe 5	1751	1751	1751	1659
Cabo 1kV 90° 4x 16mm ² Classe 5	5531	5531	5531	5240
Cabo 1kV 90° 4x 25mm ² Classe 5	8947	8947	8947	3767
Cabo 1kV 70° 10mm ² PRETO Classe 5	1001	1001	1001	575
Cabo 1kV 90° 6mm ² PRETO Classe 5	410	410	366	278
Cabo 1kV 70° 2x 4mm ² Classe 5	1512	1512	1512	1432
Cabo 1kV não-halogenado 90°C 95mm ² PRETO Classe 5	115	115	115	36
Cabo 1kV 70° 70mm ² PRETO Classe 5	2628	2628	2628	2352
Total Mensal	225577	213088	217725	218797

Fonte: Autores (2017).



Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Curso de Graduação em Engenharia de Produção
Tv. Enéas Pinheiro, nº 2626 - Marco
CEP: 66095-100 Belém - PA
www.uepa.br

