



JOÃO MANOEL COSTA CARDOSO

**IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN MANUFACTURING* NO SETOR
DE CORTE DE AVIAMENTO EM UMA INDÚSTRIA DE
CALÇADOS PROFISSIONAIS**

LAVRAS-MG

2019

JOÃO MANOEL COSTA CARDOSO

**IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN MANUFACTURING* NO SETOR DE CORTE DE
AVIAMENTO EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS PROFISSIONAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Leonardo Silveira Paiva

Orientador

LAVRAS-MG

2019

À toda minha família, professores e amigos
pelo suporte durante os meus anos de
graduação.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, sobretudo ao Departamento de Engenharia.

Ao professor Leonardo Silveira Paiva, pela orientação e por toda ajuda prestada durante a elaboração deste trabalho.

A todo corpo docente do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Lavras.

RESUMO

Nas últimas décadas, a indústria de calçados de segurança vem se diferenciando e se adaptando às necessidades das mais diversas profissões existentes no mercado. Para se destacar existe a necessidade de aprimorar os processos de produção e controle da qualidade através de filosofias de gestão que visam diminuir desperdícios, como é o caso do *lean manufacturing*. Este trabalho consiste em implementar a filosofia *lean manufacturing* no setor de corte de aviamento em uma indústria de calçados profissionais através das ferramentas 5s, *kaizen*, *kanban* e qualidade na fonte, buscando um acréscimo financeiro para a empresa através do aperfeiçoamento na organização do espaço de trabalho, da otimização na utilização dos recursos, do aumento na qualidade do produto final e da melhoria do fluxo produtivo e de materiais. Sendo assim, inicialmente foram criados seis comitês, o primeiro comitê responsável pelo 5s, o segundo responsável pelo *kaizen*, o terceiro responsável pelo *kanban*, o quarto responsável pela qualidade na fonte, o quinto responsável pela comunicação e sexto representando membros do setor executivo da empresa. Cada comitê, a partir de suas responsabilidades específicas, estudaram e implementaram as melhores possibilidades de aplicação dos ferramentais da filosofia *lean*. Deste modo, este estudo mostrou que a implementação de práticas que visam redução de desperdícios pode acarretar, além de um aumento na produtividade, uma redução significativa de gastos para a empresa, cerca de 150 mil reais por ano, e assim verificou-se ser uma eficiente filosofia de gestão para processos industriais.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, Calçados profissionais, Gestão de processos, *kaizen*, 5s.

ABSTRACT

In the last decades, the safety footwear industry has been differentiating and adapting to the needs of the most diverse professions in the market. To stand out from, there is a need to improve the processes of production and quality control through management philosophies that reduce waste, as is the case of lean manufacturing. This work consists of implementing the lean manufacturing philosophy in the cutting section of a professional footwear industry through the tools 5s, kaizen, kanban and quality in the source, seeking a financial increase for the company through the improvement in the organization of the workspace, the optimization in the use of resources, the increase in the quality of the final product and the improvement of the production and material flow. Therefore, initially six committees were created, the first committee responsible for 5s, the second responsible for kaizen, the third responsible for kanban, the fourth responsible for quality at source, the fifth responsible for communication and sixth representing members of the executive sector of the company. Each committee, based on its specific responsibilities, studied and implemented the best possibilities of applying lean philosophy tools. Thus, this study showed that the implementation of waste reduction practices can lead to a significant reduction of costs for the company, around R\$ 150,000 per year, and thus proved to be an efficient management philosophy for industrial processes.

Keywords: Lean Manufacturing, Professional footwear, Processes management, *kaizen*, 5s.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1.1	- Benefícios da manufatura enxuta.....	13
Figura 3.1.1.1	- Ciclo das práticas dos 5s.....	15
Figura 3.1.2.1	- Exemplo relacionado às práticas do <i>kaizen</i>	16
Figura 3.1.3.1	- Exemplo de gestão utilizando <i>kanban</i>	17
Figura 3.1.4.1.1	- Exemplo de <i>check-list</i> para TPM.....	19
Figura 4.1.1	- <i>Layout</i> do setor de corte de aviamentos.....	22
Figura 4.1.2	- Lista de verificação da auditoria do comitê 5s	23
Figura 4.4.1	- Manutenção produtiva total de uma máquina de corte automático	26
Figura 4.5.1	- Lista de prêmios e pontuações	27
Figura 5.1.1	- Nova proposta de <i>layout</i>	29
Figura 5.1.2	- Nova demarcação do <i>layout</i>	30
Figura 5.1.3	- Mudanças no setor. a) retirada de material desnecessário. b) organização do espaço.	30
Figura 5.2.1	- Proposta de <i>kaizen</i> balancim de ponte hidráulico.....	31
Figura 5.2.2	- Proposta de <i>kaizen</i> esteira transportadora.....	32
Figura 5.2.3	- Corte manual de elástico.....	33
Figura 5.2.4	- Máquina de corte de elástico. a) Abastecimento. b) Afição	33
Figura 5.2.5	- Máquina de corte de elástico. a) Recolhimento do material. b) Esteira transportadora.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.2.1 - Resultados máquina de cortar elástico	34
Tabela 5.4.1 - Peças não conformes por mês	35
Tabela 5.6.1 - Produtividade diária no setor de corte de aviamentos	36
Tabela 5.6.2 - Análise do investimento	37

LISTA DE SIGLAS

UFLA	Universidade Federal de Lavras
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
MPT	Manutenção Produtiva Total
CNC	Comando Numérico Computadorizado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1	<i>Lean Manufacturing</i>	12
3.1.1	5s.....	14
3.1.2	<i>Kaizen</i>	16
3.1.3	<i>Kanban</i>	16
3.1.4	Qualidade na fonte.....	18
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1	5s.....	21
4.2	<i>Kaizen</i>	23
4.3	<i>Kanban</i>	24
4.4	Qualidade na fonte.....	25
4.5	Comunicação	26
4.6	Executivo	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	5s.....	29
5.2	<i>Kaizen</i>	31
5.3	<i>Kanban</i>	35
5.4	Qualidade na fonte.....	35
5.5	Comunicação	35
5.6	Executivo	36
6	CONCLUSÃO.....	38
6.1	Perspectivas futuras	38
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual das indústrias brasileiras, preza-se muito o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) para a segurança do colaborador em seu ambiente de trabalho. Neste cenário, a Norma Regulamentadora – NR 6 define EPI como: “[...] todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho “. Os calçados profissionais são EPI’s e estão presentes nos mais diversos trabalhos tanto na indústria quanto na prestação de serviços, isso exige a fabricação de uma grande gama de modelos para atender as mais diversas necessidades de cada área profissional. O presente trabalho foi realizado analisando uma célula de produção de aviamentos, em uma indústria de calçados profissionais localizada no estado de Minas Gerais, uma das maiores produtoras do segmento no país. Desta forma, ao analisar a fabricação dos componentes internos dos calçados, conhecidos na indústria como aviamentos, percebe-se que o aumento dos números de modelos produzidos acarretou em um aumento em falhas relacionadas a pessoas ou equipamentos. Assim, optou-se pela implementação da filosofia *lean manufacturing* (LM) para auxiliar no desenvolvimento desta célula fabril.

Mesmo tendo se originado por volta da segunda metade do século passado, a aplicação de técnicas relacionadas ao conceito de *lean manufacturing* continuam se mostrando um assunto importante e muito debatido. A filosofia do *lean manufacturing* se destaca das demais filosofias de gestão por ser focada em melhorar o fluxo do processo e eliminar desperdícios. Assim, o LM contrasta com demais filosofias de gestão como são os casos das filosofias *six sigma* e gestão da qualidade total, sendo a primeira uma técnica cujo objetivo principal é eliminar defeitos de produção, já a segunda também abrange a produção sem defeitos, porém tem um foco maior na satisfação dos consumidores.

Desta forma, a abordagem escolhida para a implementação das ferramentas selecionadas do *lean manufacturing* foi a criação de comitês que possuíam responsabilidades específicas. Sendo assim, foram criados 6 comitês, no qual o primeiro comitê foi responsável pela implementação das práticas relacionadas aos 5s e buscava melhorar a produtividade e a qualidade do posto de trabalho através de técnicas organizacionais e de redução de desperdícios. O segundo comitê liderou a implementação do *kaizen*, o qual possuía o objetivo de cultivar a cultura de melhorias contínuas envolvendo, assim, todos os funcionários na busca pelo aprimoramento dos processos de produção. O terceiro comitê era encarregado pela implementação do *kanban*, desta forma tentou melhorar a relação entre controle de estoque e

produção a partir de uma gestão visual, com objetivo de eliminar desperdícios causados pelo excesso ou falta de estoque. O quarto comitê foi responsável pela qualidade na fonte, assim buscava eliminar desperdícios relacionados a peças não conformes através de uma gestão de pessoas e equipamentos. O quinto comitê possuía o objetivo de comunicação visando manter todos os colaboradores do setor devidamente informados sobre o que estava acontecendo durante o processo de implementação do *lean manufacturing*, um papel extremamente importante pois este gera um meio pelo qual o funcionário pode contribuir com suas ideias para o desenvolvimento da empresa. Por fim, o sexto comitê foi composto por membros do setor executivo da empresa e era responsável por viabilizar o projeto, tinha o objetivo de avaliar as propostas de investimentos e decidir quais as ações deveriam ser tomadas.

A realização deste trabalho teve como intuito demonstrar através de uma aplicação prática que as técnicas da filosofia de gestão *lean manufacturing* podem ser utilizadas para melhorar satisfatoriamente a produtividade de células industriais. Dentre os benefícios do uso destas técnicas pode-se destacar a redução de desperdícios, melhoria no fluxo do processo, melhora no ritmo de produção, além de um ganho financeiro para a empresa.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal a implementação da filosofia de gestão *lean manufacturing*, a qual foi aplicada em uma célula para produção de aviamentos de uma indústria de calçados profissionais.

Dentre os objetivos específicos, podem ser divididos nos seguintes tópicos de acordo com o cronograma de execução adotado para este trabalho:

- a) Localizar possíveis fontes de desperdício de recursos dentro do processo produtivo;
- b) Localizar possíveis fontes de melhoria para o fluxo do processo;
- c) Estudar e selecionar as melhores propostas de mudança para o setor;
- d) Avaliar os ganhos obtidos após a execução das mudanças;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho teve o intuito melhorar a produtividade no setor de corte de aviamentos em uma indústria de calçados profissionais. Para tal foi feito o levantamento das técnicas mais utilizadas para este fim no meio industrial e, desta maneira, escolheu-se o *lean manufacturing* como a ferramenta ideal para ser instalada no setor. A produção de calçados profissionais se inicia com o corte das partes internas do calçado, aviamentos, e com o corte de couro, parte externa do calçado. Em seguida esses materiais são direcionados para um setor que é responsável pela costura que irá juntar todas as peças do calçado. Por fim, o calçado passa pelo processo de injeção de solado e segue para o setor de embalagem.

A empresa na qual o estudo foi realizado atende às mais diversas áreas profissionais, sendo assim possui uma variedade de calçados muito grande. São mais de 100 modelos diferentes de calçados com cerca de 20 opções de cores, além de possuir opcionais como 10 modelos de solados, 6 tipos de palmilhas e 3 variedades de biqueiras.

3.1 *Lean Manufacturing*

Com o desenvolvimento das indústrias e o aumento da competitividade, tornou-se extremamente importante a busca por filosofias de gestão voltadas a reduções de desperdícios. Assim, a filosofia *lean manufacturing* se tornou referência no quesito redução de custos, atuando principalmente nos processos de produção (CHIARINI, 2014). A origem do *lean manufacturing* está ligada intimamente ao Sistema Toyota de Produção (STP). Este sistema teve sua origem no Japão, por volta de 1940, com Taiichi Ohno e é considerado a melhor aplicação do *lean manufacturing* (PAKDIL; LEONARD, 2014) e a mais bem documentada desde sua criação (WILSON, 2010).

De acordo com Melton (2005), desperdício pode ser definido como qualquer processo que não agrega valor sobre o produto sob o ponto de vista do consumidor. Assim, com objetivo de conhecer e identificar os desperdícios no STP, Ohno (1988) classificou os principais tipos de desperdícios dentro de uma manufatura enxuta, são eles:

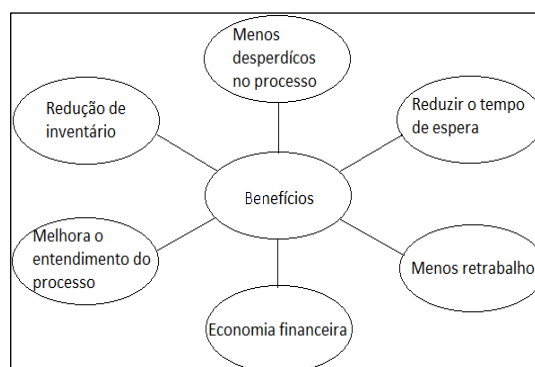
- a) Superprodução: Ocorre quando há uma produção acima da demanda do cliente, pode acarretar em problemas de inventário.
- b) Estoque: É o excesso de materiais ou produtos sem necessidade, acarreta em custos adicionais para o cliente.
- c) Transporte: É ocasionado pelo deslocamento desnecessário de materiais e peças acarretando em perdas de recursos e tempo.

- d) Excesso de movimento: É o tipo de desperdício relacionado à movimentação desnecessária dos trabalhadores, ocasionado, na maioria das vezes, por desorganização no ambiente de trabalho.
- e) Peças defeituosas: É a necessidade de descarte ou retrabalho de erros de produção, relacionados a falta de qualidade do produto.
- f) Espera: Este desperdício ocorre quando há uma necessidade de esperar por peças, pessoas ou informações para que a realização o trabalho seja possível.
- g) Excesso de processamento: É a classe referente às operações pelas quais o produto passa, porém não agregam nenhum valor do ponto de vista do cliente.
- h) Conhecimento: Introduzido posteriormente, está relacionado com a má utilização das habilidades e dos recursos intelectuais do colaborador acarretando em gastos desnecessários e perda de tempo.

Assim, ao identificar e evitar os oito tipos de desperdícios a empresa pode poupar uma quantia significativa de dinheiro em pouco tempo (MELTON, 2005; MONDEN, 2011). Antes do STP, ocorreram diversas tentativas de eliminar tais desperdícios, mas foi somente este que os classificou metodicamente eliminando-os de forma contínua e sistemática (WILSON, 2010).

O *lean manufacturing* utiliza de diversas ferramentas para poder mensurar e diminuir perdas relacionadas aos desperdícios. Alguns autores destacam as principais ferramentas que foram e são amplamente utilizadas para a implementação desta filosofia como é o caso do 5s, *kanban* (DETTY; YINGLING, 2000; MELTON, 2005), *kaizen* (ARAÚJO; RENTES, 2006) e qualidade na fonte (DETTY; YINGLING, 2000). Sendo assim, a Figura 3.1.1 representa os benefícios gerados através da implementação da filosofia *lean*.

Figura 3.1.1 - Benefícios da manufatura enxuta.



Fonte: Adaptado de Melton (2005)

Muitos estudos de caso foram realizados visando a implementação das técnicas relacionadas ao *lean manufacturing*. Com isso, diversos autores puderam verificar seus

benefícios para os processos produtivos nos mais diversos setores industriais (PATTANAİK; SHARMA, 2009; RAHMAN; SHARIF; ESA, 2013; VAMSI KRISHNA JASTI; SHARMA, 2014).

3.1.1 5s

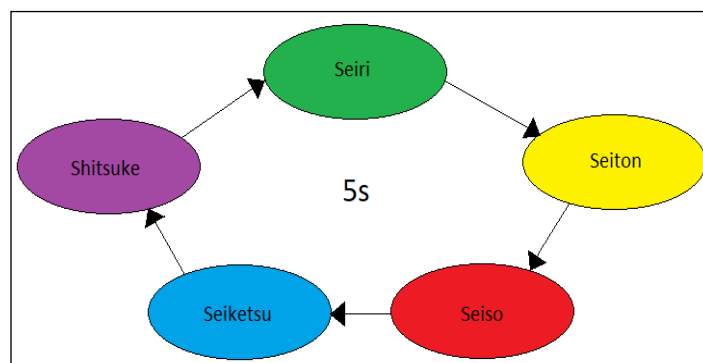
As práticas dos 5s originaram-se no Japão por volta de 1980. De acordo com Singh et al. (2014), o objetivo dessa técnica era melhorar a qualidade do produto final a partir de ações simples como organização e segurança. O termo 5s, também conhecido no Brasil com 5 sentidos, representa a combinação das seguintes palavras japonesas:

- a) *Seiri*: Pode ser traduzida como “senso de utilização”, tem como objetivo a consciência na utilização dos recursos de modo a padronizar e evitar divergências. Para implementar essa prática é necessário manter o local de trabalho apenas com o material necessário, descartando tudo aquilo que não é essencial para a realização do mesmo, além de evitar ao máximo os desperdícios. Possui os seguintes benefícios:
 - Liberação de espaço
 - Controle de estoque
 - Melhores condições de trabalho
 - Realocação de recursos e pessoas
- b) *Seiton*: Pode-se entender por “senso de organização”, esta prática visa a ordenação dos recursos de maneira prática e visual. Esta prática visa a criação de um layout que facilite o ato de utilizar e guardar os materiais necessários. Dentre os benefícios, destacam-se:
 - Agilidade na busca de materiais
 - Evita perda de materiais
 - Menor índice de movimentação desnecessária
 - Menor taxa de erros
- c) *Seiso*: Significa “senso de limpeza”, o intuito deste senso é procurar manter o hábito de limpeza do local de trabalho evitando sujeiras desnecessárias. Para sua implementação é necessário que haja uma rotina de limpeza estabelecida, fácil acesso à recipientes de coleta de lixo, preferencialmente optando por coleta seletiva. Algumas vantagens são:
 - Melhores condições de trabalho
 - Menos falhas de máquina devido a sujeira excessiva

- Menor índice de acidentes
 - Menos danos ao meio ambiente
- d) *Seiketsu*: remete a “senso de saúde e higiene”, esta prática visa a saúde física e mental do trabalhador através da higiene. Os funcionários são incentivados a manter uma rotina saudável, visando melhorar a alimentação e a pratica de atividades físicas. Além disso, ocorre a busca pela eliminação de práticas que representam risco à saúde do colaborador. Os benefícios relacionados a este senso são:
- Aumento da segurança no trabalho
 - Maior qualidade do posto de trabalho
 - Saúde do colaborador
 - Menos gastos com funcionários afastados
- e) *Shitsuke*: É a tradução para “senso de autodisciplina”. Este é o senso que visa o treinamento e comprometimento dos funcionários para com as demais práticas relacionadas aos 5s. Esta prática possui os seguintes benefícios:
- Melhoria na comunicação
 - Melhoria continua dos processos
 - Incentivo ao trabalho em equipe
 - Melhoria da disciplina

Segundo Ab Rahman et al. (2010), estima-se que ocorreu um aumento significativo na produção e na qualidade de trabalho desde que as técnicas relacionadas aos 5s começaram a ser aplicadas no Japão. Isso ilustra a importância das práticas dos 5s como ferramentas na implementação de uma manufatura enxuta. Desta forma, a Figura 3.1.1.1 apresenta as práticas dos 5s como um ciclo, exaltando a importância de aplica-las como um todo e nunca de forma individual.

Figura 3.1.1.1 - Ciclo das práticas dos 5s



Fonte: do autor (2018)

3.1.2 Kaizen

O *kaizen* é uma ferramenta de extrema importância na implementação do *lean manufacturing*, segundo Paniago (2008), seu desenvolvimento ocorreu no Japão paralelamente com o Sistema Toyota de Produção. *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa em que *kai* significa “mudar” e *zen* significa “para melhor”, assim a maioria das bibliografias traduzem *kaizen* como “melhoria contínua”. Para Moraes et al (2003), o objetivo desta metodologia é melhorar a qualidade do produto e sua produção através de práticas baseadas no conceito melhoramento contínuo acarretando em pouco ou nenhum encargo para a empresa.

De acordo com Lima (2010), os benefícios de se utilizar a filosofia *kaizen* para a empresa está no ganho de produtividade a um baixo custo. A implementação desta filosofia deve envolver a participação da empresa como um todo, começando pelo setor administrativo até os demais.

Ao contrário dos processos de melhorias radicais como a reengenharia, o *kaizen* busca um melhoramento contínuo e gradual. Assim, o importante não é o tamanho da melhoria e sim a periodicidade com que as melhorias vêm ocorrendo. Segundo Paul Brunet e New (2003), o programa *kaizen* é de extrema importância no desenvolvimento da empresa porque ele permite que todos os empregados possam participar no processo de melhoria da produtividade e qualidade do produto final. Com isso, a Figura 3.1.2.1 demonstra alguns benefícios relacionados aplicação das técnicas da metodologia *kaizen*.

Figura 3.1.2.1 - Exemplo relacionado às práticas do *kaizen*



Fonte: Adaptado de Araújo e Rentas (2006)

3.1.3 Kanban

O *kanban* é uma ferramenta que foi desenvolvida no Japão através do Sistema Toyota de Produção. Esta é uma metodologia que está diretamente atrelada ao conceito de *just-in-*

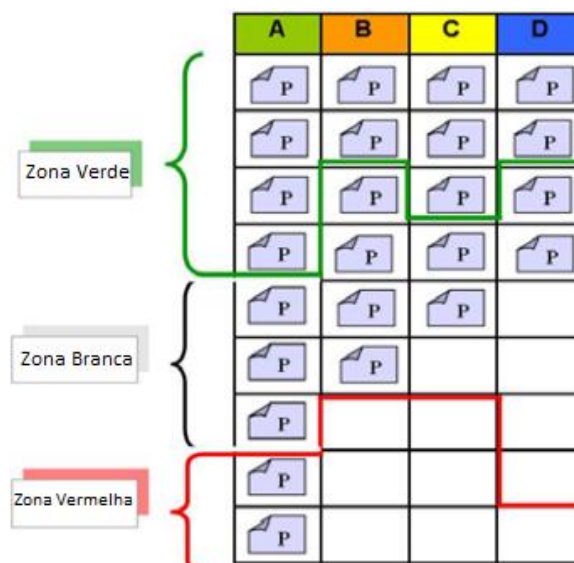
time, ou seja, tudo tem a hora certa para acontecer. É uma prática que possui o objetivo de aplicar o conceito de *just-in-time* no fornecimento de materiais que passam através de um determinado processo (ARBULU; BALLARD; HARPER, 2003).

Kanban é uma palavra japonesa que significa “sinalização”, no Brasil também é conhecido como gestão visual. Essa é uma metodologia que tem como objetivo principal a intercomunicação entre o gerenciamento de estoque e a produção, tal intercomunicação deve ocorrer de maneira simples e visual. Segundo Zhang e Jiang (2008), o *kanban* é uma ferramenta que visa o planejamento do fluxo de materiais que passa pelo sistema produtivo, ou seja, tem o intuito de minimizar desperdícios relacionados a estoque nos serviços em execução.

A Figura 3.1.3.1 representa um quadro de gestão através da ferramenta *kanban*. De acordo com Murino et al. (2009), a zona verde é a de menor prioridade, já zona branca possui a mesma prioridade da verde, porém diferencia-se pelo fato da possibilidade de poder entrar na zona vermelha, por fim é definido a zona vermelha como a de maior prioridade.

Sistemas de gerenciamento computadorizados vem se mostrando cada vez mais eficientes no meio industrial, porém, de acordo com Sugimori et al. (1977), existem diversas vantagens em implementar o *kanban* através de sistemas não computadorizados, dentre tais vantagens são destacados o processamento de informações a um baixo custo, rápida percepção e verificação de mudanças nos processos e uma limitação no estoque de processos anteriores. Além disso, podemos encontrar benefícios relacionados à diminuição da burocracia e otimização do fluxo de materiais.

Figura 3.1.3.1 - Exemplo de gestão utilizando *kanban*



Fonte: Adaptado de Murino et al. (2009)

Entretanto, existem alguns problemas relacionados a implementação do *kanban* em situações reais. Zhang e Jiang (2008) detalha alguns destes problemas, como por exemplo: falhas no processo pela falta de atenção do funcionário responsável pelo gerenciamento do *kanban* e a inviabilidade de transmitir a informação contida no controle do *kanban* para os níveis mais altos de gerenciamento da empresa. Alguns sistemas computacionais são capazes de eliminar estes problemas, porém, como dito anteriormente, ambos possuem vantagens e desvantagens relacionadas a sua implementação.

Assim, sistemas de gerenciamento como o *kanban* são de grande relevância na implementação do *lean manufacturing*, pois estes evitam perdas de recursos materiais e humanos evitando falhas e paradas desnecessárias na produção. Segundo Lei et al. (2017), “A metodologia *kanban* foca em ter o trabalho certo feito na hora certa”, o que nos remete a melhores práticas de produção com menos desperdícios.

3.1.4 Qualidade na fonte

Em uma época de alta competitividade empresarial como vivemos na atualidade, é necessário se destacar no mercado através de quesitos de qualidade. Segundo Gomes (2004) podemos definir um produto de qualidade quando o funcionamento do mesmo satisfaz o que foi proposto, já um serviço de qualidade é aquele que a percepção do cliente é igual ou maior ao que foi prometido.

Assim, existe a necessidade pela busca de técnicas para gestão de pessoas e equipamentos que tenham como objetivo a melhoria dos produtos e serviços prestados. Uma das ferramentas que vem se destacando nas últimas décadas é a manutenção produtiva total, a qual visa o aumento da qualidade do produto através de uma gestão de equipamentos mais eficiente.

3.1.4.1 Manutenção produtiva total

A manutenção produtiva total (MTP), também conhecida como *total productive maintenance* (TPM) teve sua origem nos Estados Unidos, porém foram os japoneses que aperfeiçoaram e implementaram o conceito de maneira mais concreta. Esta é uma técnica que visa melhorar a produção, eliminando paradas desnecessárias por falhas ou desgastes prematuros do equipamento.

Chan et al. (2005) aborda alguns conceitos relacionados a manutenção produtiva total, dentre eles podemos destacar que o TPM tem como objetivo melhorar a eficiência global do equipamento além de envolver todos os funcionários no processo de manutenção dos

mesmos. Assim, além de uma melhoria na produção, esta técnica acarreta em uma maior satisfação do operador com o trabalho realizado no equipamento. A Figura 3.1.4.1.1 representa uma tabela de controle utilizado no gerenciamento das TPM's, neste caso é o controle da manutenção para uma máquina colhedora.

Com isso, através da implementação do conceito de TPM no processo produtivo da empresa é possível aproximar o operário do equipamento com o procedimento de manutenção do mesmo. Através de um *check-list* de instruções, o operário é capaz de realizar as tarefas básicas de manutenção e assim eliminar possíveis erros provenientes de falhas no equipamento. Portanto esta é uma técnica que, além de reduzir custos relacionados ao mau funcionamento, reduz a taxa de itens não conformes por falhas do equipamento, o que aumenta a qualidade final do produto.

Figura 3.1.4.1.1 - Exemplo de *check-list* para TPM

MPT – VERIFICAÇÃO DIÁRIA - COLHEDORA – ABRIL – SAFRA 2011/2012				
INSPEÇÕES	Turno	Dias		
		1	n	31
Cortador de pontas: Verificar aperto dos parafusos das facas; folgas no cubo; trincas (braços, corpo) e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Divisor de fileiras: Verificar sapatas (pirulitos); condições dos pinos e trinca nas bandejas e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Cortador de base: Verificar condições dos discos, calotas, parafusos aletas; aperto dos parafusos de fixação; condições dos braços e vazamentos hidráulicos e nas canelas.	A			
	B			
	C			
Picador: Verificar afiamento dos facões; condições dos parafusos; embreagem; lançadores de toletes; chapa defletora; parafusos do volante e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Caixa de Bombas: Verificar estrutura da caixa de bombas; trava da porta; mangueiras e engates hidráulicos; parafusos de retenção e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Elevador: Verificar guias, coroas, correntes e taliscas; desgaste do piso; trincas no gavião; pinos dos pistões do giro; mancais de fixação do elevador; condições do cabo de segurança; pistões do levante e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Extrator Primário: Verificar: vibrações no ventilador; pás das hélices; Proteção (cata vento); folgas no cubo; condições do anel de desgaste do antivórtex e do capuz; parafusos de fixação; trincas no tripé e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Extrator Secundário: Verificar vibrações no ventilador, condições e movimento do flap; das pás das hélices; do capuz; corrente de movimento; parafusos de fixação e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Parte Rodante: verificar trincas no truck; na roda guia; desgaste dos roletes e roda motriz; fixação da corrente; condições do braço do acerador; parafusos das sapatas e vazamentos hidráulicos.	A			
	B			
	C			
Limpeza dos radiadores e filtros: Remover palhas e sujeiras; proteção de tela e radiador; Refrigeração de óleo; filtro decantador (combustível) e pré-filtro do ar condicionado.	A			
	B			
	C			

Fonte: Adaptado de Neves (2011)

Portanto, é importante ressaltar a importância da aplicação de todas as ferramentas mencionadas em conjunto, já que elas dão suporte umas às outras. Assim, ao implementar os 5s estamos criando uma base mais organizada para a utilização das outras técnicas, por outro lado, o *kaizen* pode propor melhorias relacionadas às práticas do 5s e do *kanban*, já a manutenção produtiva total ajuda a prevenir falhas envolvendo equipamentos desenvolvidos ou adquiridos durante a aplicação dos 5s e do *kaizen*, por fim, o *kanban* dá suporte ao fluxo de informações, o que pode beneficiar todas as demais ferramentas. Neste cenário, Salunkhe et al. (2009) aplicou em conjunto as ferramentas 5s, *kaizen* e *kanban* para o controle de inventário e gerenciamento de peças sobressalentes obtendo uma melhoria entre 40% e 46% no tempo de busca por estes itens. Desta forma, ele pôde observar que, devido a redução no tempo de busca, os itens ficavam disponíveis mais rapidamente na estação de trabalho, o que indiretamente melhorou as taxas de utilização das máquinas e fez com que a eficiência da planta também melhorasse.

Sorooshian et al. (2012) relatou as experiências obtidas com a implementação dos 5s em um ambiente de trabalho comum. Dentre as melhorias obtidas em seu trabalho, podemos destacar a melhor organização do espaço de trabalho, menor tempo na busca de itens necessários, limpeza do local e dos equipamentos além de uma maior disciplina por parte dos funcionários.

Moraes et al (2003), em seu trabalho sobre a utilização do *kaizen* na indústria automobilística, obteve diversas melhorias na célula produtiva em questão, como a diminuição de 28% dos funcionários, aumento da produtividade em 40% e redução de 50% no prazo de entrega. Lima (2010) também realizou um estudo de caso da implementação do *kaizen* na indústria automobilística, e conseguiu uma redução na movimentação de 27% e um aumento de 5,5% na produção.

Existem diversos estudos que evidenciam os resultados obtidos com a aplicação da técnica *kanban*, indo desde a indústria até o desenvolvimento de softwares. Seikola et al. (2011) implementou o *kanban* na manutenção de produtos de telecomunicações, no qual apresentou como aspectos positivos encontrados após a aplicação desta técnica uma melhoria no trabalho em equipe e aumento da visibilidade do processo.

Por fim, podemos destacar trabalhos como o de Chan et al. (2005), que implementou a técnica de TPM na indústria de eletrônicos. Este apresentou uma redução de 517 casos para 89 casos de paradas de máquinas, uma melhoria de aproximadamente 83%. Assim, observamos que a diminuição do número de paradas de máquinas está diretamente atrelada à melhoria da produtividade do equipamento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de implementar a filosofia *lean manufacturing* nos setores produtivos da empresa em questão, a diretoria da empresa escolheu o setor de corte de aviamentos como piloto para este experimento. No contexto das indústrias de calçados profissionais, são considerados aviamentos todas as partes internas de tecido do calçado, abrangendo desde a forração interna até as palmilhas. Assim, optou-se pela criação de comitês, os quais teriam a responsabilidade de aplicar algumas das principais ferramentas relacionadas ao *lean manufacturing*. Desta forma, a realização deste trabalho foi subdividida nas seguintes etapas:

- a) Criação e escolha dos membros participantes dos comitês 5s, *kaizen*, *kanban*, qualidade na fonte, comunicação e executivo.
- b) Elaboração de um plano de ação para cada comitê.
- c) Execução e verificação dos resultados.

4.1 5s

O primeiro passo para a aplicação das ferramentas relacionadas aos 5s foi elaborar um plano de ação, o qual contou com os seguintes pontos:

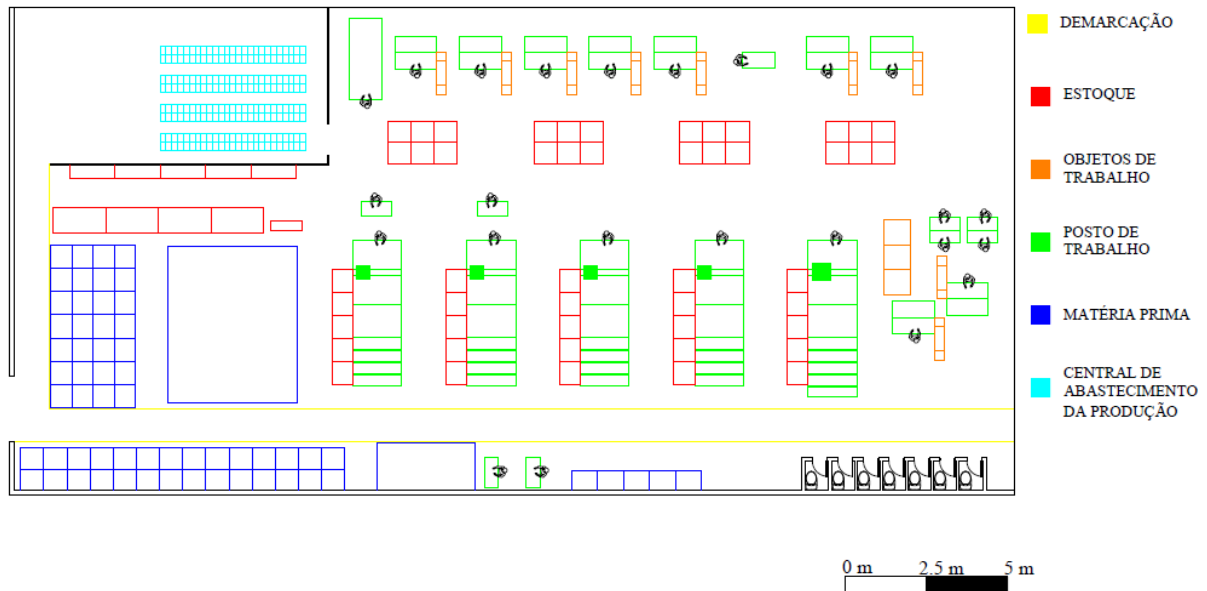
- a) Mapear a situação atual da área do setor.
- b) Desenvolver novos padrões.
- c) Reciclar colaboradores.
- d) Verificar resultados.

Primeiramente foi feito um levantamento da situação atual da área do setor, assim foi elaborado um *layout* do local (Figura 4.1.1) para sua melhor visualização. Os principais equipamentos do setor são cinco máquinas de corte automático de tecido, que utilizam comando numérico computadorizado (CNC) junto a uma faca de aço carbono para cortar 10 camadas de tecido por vez, nove balancins de ponte hidráulicos, um balancim hidráulico simples, que utilizam prensas hidráulicas e um gabarito para cortar 5 camadas de tecido por vez, e uma máquina de corte automático de palmilhas anti-perfurantes, a qual utiliza a tecnologia CNC junto a uma faca de aço carbono para cortar uma camada de tecido a base de *kevlar* por vez, além de contar com postos de trabalhos manuais que são responsáveis pela inspeção e retrabalho, caso necessário.

O fluxo de materiais no setor se inicia na central de abastecimento da produção onde a matéria prima é separada e destinada para os devidos locais de armazenamento, de acordo com a demanda dos postos de trabalho, os responsáveis pelo abastecimento distribuem a

matéria prima dentro do setor, por fim, após a matéria prima ser processada os produtos finais são estocados até serem despachados para os demais setores da fábrica. Assim, a partir do *layout* e da análise do fluxo de materiais, foi possível discutir possíveis pontos de melhoria no setor levando em consideração as propostas dos 5s.

Figura 4.1.1 - *Layout* do setor de corte de aviamentos



Fonte: do autor (2018)

Em seguida à análise do local, foram estabelecidos novos padrões relacionados as práticas dos 5s. Assim, os funcionários do setor passaram por um processo de reciclagem no qual puderam aprender, além do conceito do 5s, qual o papel de cada um para o sucesso na implementação desta ferramenta. Desta forma, a Figura 4.1.2 mostra uma lista de verificação utilizada nas auditorias mensais do comitê 5s.

A lista de verificação da auditoria do comitê 5s conta com 20 itens, os quais representam os novos padrões e podem ser classificados dentro dos 5s. Desta forma, os itens 1 a 3 estão relacionados as práticas do senso de utilização, os itens 4 a 10 estão relacionados ao senso de organização, os itens 11 a 14 estão relacionados ao senso de limpeza, os itens 15 e 16 estão relacionados ao senso saúde e higiene e, por fim, os itens 17 a 20 estão relacionados ao senso de autodisciplina. Cada item possui uma pontuação independente que varia de 1 a 5, assim o somatório das pontuações de todos os itens classifica o estado atual da implementação do 5s no setor em que a pontuação máxima de 100 representa o melhor caso.

Figura 4.1.2 - Lista de verificação da auditoria do comitê 5s

<u>LISTA DE VERIFICAÇÃO - AUDITORIAS DO PROGRAMA 5S</u>					
AUDITORIA: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/>			DATA: / /		
SETOR: CORTE AVIAMENTOS					
ITEM	PONTUAÇÃO				
	1	2	3	4	5
1.1	Há objetos desnecessários nos armários, mesas, estantes e arquivos?				
1.2	O espaço está sendo utilizado de modo racional?				
1.3	Os documentos/ avisos obsoletos com validade expirada foram substituídos?				
1.4	Tem sido eliminado o tempo de procura por materiais e documentos?				
1.5	Há desperdício de matéria-prima neste setor?				
1.6	Os itens são usados de acordo com a sua verdadeira função?				
1.7	Objetos de uso pessoal são guardados em local específico?				
1.8	Os documentos estão organizados, identificados e disponíveis?				
1.9	O posto de trabalho está identificado e devidamente sinalizado?				
1.10	O layout reflete um estado de organização e segurança?				
1.11	Existe material disponível em local adequado para limpeza?				
1.12	O local apresenta-se limpo?				
1.13	Os resíduos estão a ser colocados em locais próprios?				
1.14	Há lixo nos armários, mesas e gavetas?				
1.15	Os EPI são usados corretamente?				
1.16	Todos os colaboradores têm conhecimento das normas de segurança?				
1.17	É do conhecimento dos colaboradores as suas responsabilidades dentro do programa 5S?				
1.18	Existe análise de causas e medidas de controlo para as não conformidades?				
1.19	As normas estabelecidas pela empresa estão a ser seguidas?				
1.20	As placas de sinalização e educativas são respeitadas?				
TOTAL:					

Fonte: do autor (2018)

4.2 Kaizen

O principal objetivo na implementação do *kaizen* é fazer com que o funcionário possa contribuir para a melhoria da empresa. Desta forma, foi elaborado um plano de ação que contou com os seguintes passos:

a) Discussão:

- O colaborador teve uma ideia que poderia trazer melhorias para seu local de trabalho, para um processo ou para a empresa de modo geral.
- Em seguida, o colaborador deveria procurar seu coordenador ou líder para conversar sobre esta ideia.
- Juntos, discutiriam a viabilidade do projeto de modo a facilitar para que a melhoria proposta fosse realizada.

b) Planejamento:

- O colaborador planejaria a execução da sua ideia de melhoria.
- Os recursos necessários estariam disponíveis na Bancada *Kaizen* instalada no setor.
- Caso fossem necessários outros materiais, ou qualquer tipo de apoio, o líder do setor ou o comitê *kaizen* seriam responsáveis por providenciar o que fosse preciso.

c) Implementação:

- A melhoria proposta seria implementada.

d) Registro:

- Após a implementação, a mesma deveria ser registrada no Livro *Kaizen* disponível na Bancada *Kaizen*.

Assim, este plano de ação visa facilitar a implementação de melhorias no setor, além de criar um banco de dados através da criação do Livro *Kaizen*. Este livro é muito importante pois servirá como futura referência para a aplicação desta ferramenta nos demais setores da empresa.

4.3 Kanban

Para a aplicação da ferramenta *kanban* elaborou-se um plano de ação com o objetivo de criar um quadro de gestão visual e treinar os funcionários para utilizá-lo de maneira correta. Desta forma, o quadro de gestão visual foi subdividido em três segmentos: “Para fazer”, “Em andamento” e “Finalizado”. Todas as atividades relacionadas ao setor foram colocadas neste quadro através da fixação de cartões coloridos, deste modo a cor do cartão definiria a relevância da atividade para a produção do setor. Foi definido que cartões na cor verde representariam uma atividade de pouca relevância, já cartões na cor amarela

apresentariam um grau intermediário de relevância e, por fim, os cartões na cor vermelha representariam as atividades de maior urgência do setor.

Desta maneira, quando o setor recebia um pedido de produção, o mesmo seria avaliado de acordo com sua relevância e, em seguida, seria fixado ao quadro de gestão visual na subdivisão “Para fazer” e a matéria prima necessária seria separada. Assim, seria atribuída a responsabilidade pelo cumprimento da atividade a um funcionário do setor. Após o funcionário iniciar a atividade, o seu respectivo cartão seria realocado para a subdivisão “Em andamento”. Por fim, ao finalizar a atividade o cartão passaria para a subdivisão “Finalizado”. Caso o funcionário não fosse capaz cumprir a atividade no prazo estabelecido, a atividade passaria a ser de responsabilidade do líder do setor.

4.4 Qualidade na fonte

Qualidade na fonte não significa apenas produzir peças sem defeito e sim evitar expedir, as que de alguma forma foram produzidas, para os clientes. Desta forma, observou-se que muitos dos problemas de produção do setor eram causados por falta de organização ou falhas de equipamentos. Como outras ferramentas do *lean manufacturing* tem um maior foco na questão de organização, no caso dos 5s, o comitê da qualidade na fonte optou por adotar a metodologia da manutenção produtiva total, uma técnica que contribui para que o funcionário possa contribuir para a manutenção e preservação do seu equipamento de trabalho.

Desta forma, o comitê da qualidade na fonte junto ao setor de manutenção da empresa elaboraram uma lista de verificação para a manutenção produtiva total de cada equipamento do setor (Figura 4.4.1). Nesta lista o operador do equipamento poderia encontrar todas as informações necessárias para poder realizar as atividades atribuídas a ele, abrangendo a descrição, a periodicidade, o local e a situação ideal que o equipamento deveria estar. Ao fim de cada dia, o encarregado, o supervisor ou o mecânico responsável pelo setor deveriam verificar a realização das atividades atribuídas ao operador do equipamento, assim ao final do mês esta lista de verificação serviria como uma auditoria mensal do setor.

Figura 4.4.1 - Manutenção produtiva total de uma máquina de corte automático

		Manutenção Produtiva Total - TPM				Turno: DIA			
		Equipamento: LECTRA				TAG:			
ETAPAS DE VERIFICAÇÃO DO OPERADOR									
Item	Descrição	Periodicidade				Padrão (Situação ideal)			
01	Limpeza geral do equipamento	Diário				Limpa/sem poeira/sem resíduos			
02	Limpeza do filtro	Diário				Limpo/sem poeira/sem resíduos			
03	Limpeza interna da parte do cabeçote	A cada 02h00min				Limpo/sem poeira/sem resíduos			
04	Verificar na área de trabalho se está indicando troca de faca e lixa.	Diário				No monitor solicita a troca da faca e lixa.			
Registro das Inspeções Realizadas									
		Item	01	02	03	04	AUDITORIAS		
		Dia	D	D	D	D	Encarregado	Supervisor	Mec.
		1							
		2							
		3							
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
		11							
		12							
		13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
		26							
		27							
		28							
		29							
		30							
		31							
Legenda	Operador	X - Problema encontrado (FAZER O.S.)				V - Verificação feita (sem problemas)			
	Auditor	I - Processo INCORRETO				A - Processo APROVADO			
						D - Diária		S - Semanal	

Fonte: do autor (2018)

4.5 Comunicação

Dentro do conceito do *lean manufacturing* a comunicação é um fator fundamental para o sucesso da implementação desta ferramenta. Desta forma, o comitê de comunicação ficou

responsável por transmitir aos funcionários as decisões que estavam sendo tomadas e os resultados obtidos com as mesmas. Além disso, foi atribuído ao comitê de comunicação a responsabilidade de incentivar os funcionários a participarem nos processos de mudanças, neste contexto surgiu a ideia de criar um sistema de premiação para estimular os funcionários a participarem do evento *kaizen*. Para poder participar do sistema de premiação o funcionário deveria seguir as seguintes regras:

- a) Seriam consideradas melhorias implementadas apenas as que foram registradas no Livro *Kaizen*.
- b) Toda melhoria só poderia conter um responsável, o qual receberia os pontos pela mesma.
- c) Uma melhoria seria equivalente a um ponto.
- d) Ao participar, o colaborador receberia um cartão para o registro dos pontos obtidos.
- e) Ao realizar uma troca o cartão seria recolhido.
- f) Os prêmios solicitados seriam entregues no início de cada mês.

Desta forma, o comitê de comunicação elaborou uma lista de prêmios e determinou os respectivos pontos para adquiri-los (Figura 4.5.1). Esta lista foi afixada em diversos pontos do setor com intuito de divulgar o sistema de premiação.

Figura 4.5.1 - Lista de prêmios e pontuações



Fonte: do autor (2018)

4.6 Executivo

O comitê executivo era composto por membros do conselho diretor da empresa, a este comitê foi atribuída a responsabilidade de gerenciar todo o processo de implementação do *lean manufacturing*, desde filtrar as ideias advindas dos demais comitês até a criação de um cronograma para a execução das mesmas. Assim, adotou-se a estratégia de realizar reuniões semanais entre os membros de todos os comitês para que as informações fossem repassadas aos membros executivos. Após avaliarem as propostas, o comitê executivo decidiria quais seriam os melhores pontos para o investimento de recursos da empresa.

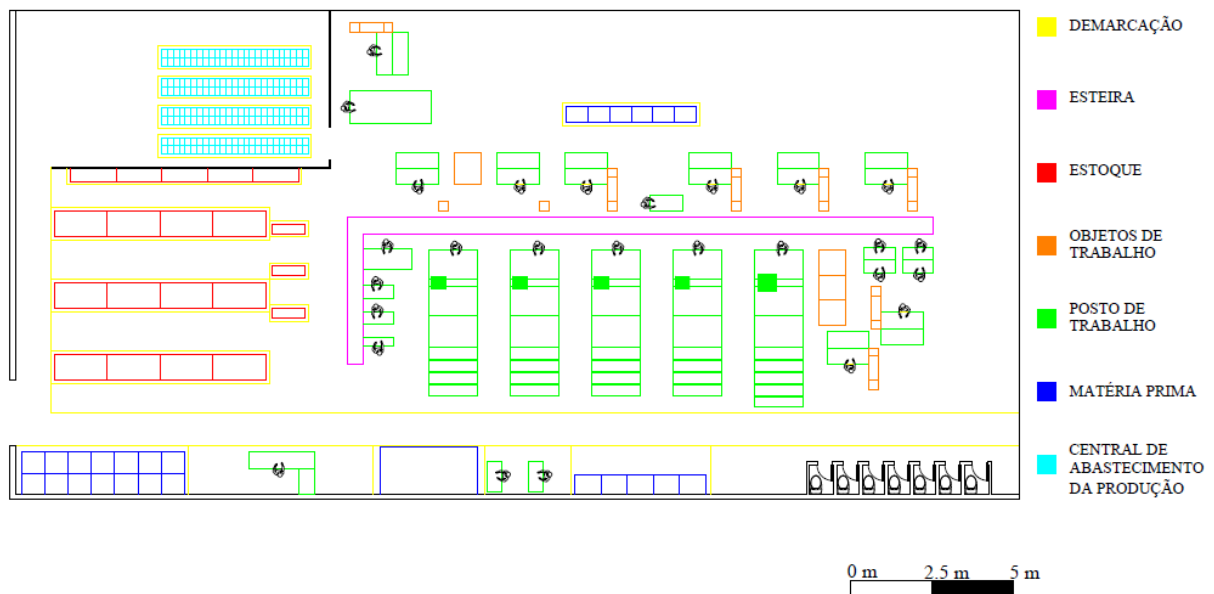
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico tem como intuito avaliar os resultados obtidos através da aplicação de cada ferramenta selecionada do *lean manufacturing*. Todos os valores monetários citados foram calculados a partir dados provenientes do setor financeiro e de fornecedores da empresa no qual o estudo foi realizado.

5.1 5s

O primeiro passo para a implementação dos 5s foi elaborar um estudo para a criação de um *layout* que favorecesse a aplicação de tal técnica no setor em questão. Desta forma, a Figura 5.1.1 mostra a proposta que foi eleita para ser aplicada.

Figura 5.1.1 - Nova proposta de *layout*



Fonte: do autor (2018)

Dentro dessa proposta pode-se destacar diversas mudanças quando comparada a versão anterior, dentre elas: nova demarcação do *layout* (Figura 5.1.2), a instalação de uma esteira transportadora, a criação de áreas de abastecimento de matéria-prima mais próximas aos postos de trabalho, consolidação de uma área central de estoque de produtos acabados. Também podemos verificar uma redução na área utilizada em aproximadamente 100 metros quadrados, avaliados em R\$392,21 por mês de acordo com o valor do aluguel da empresa.

Além disso, a nova proposta de *layout* conta com diversas alterações baseadas no conceito dos 5 sentidos. Inspirado no senso de utilização, foram retirados materiais desnecessários dos postos de trabalho (Figura 5.1.3 a), mantendo somente o necessário para a realização do serviço. Por outro lado, aplicando o senso de organização, foram eliminados os

estoques próximos aos postos de trabalho (Figura 5.1.3 b), liberando espaço e melhorando a disposição dos equipamentos no local de trabalho. Já o senso de saúde e segurança ajudou na elaboração da nova demarcação do *layout* (Figura 5.1.2), em que a marcação evita que os funcionários transitem em locais inapropriados. O senso de limpeza já era implementado dentro da empresa, pois boa parte dos materiais descartados nos processos são reciclados ou comercializados. Por fim, o senso de autodisciplina foi aprimorado através de palestras sobre a importância dos 5s, além da realização de auditorias mensais para a verificação da evolução na aplicação dos mesmos.

Figura 5.1.2 - Nova demarcação do *layout*



Fonte: do autor (2018)

Figura 5.1.3 - Mudanças no setor. a) retirada de material desnecessário. b) organização do espaço.



Fonte: do autor (2018)

5.2 Kaizen

A implementação da filosofia *kaizen* no setor de corte de aviamentos acarretou em uma mudança cultural dentro da empresa. Logo no início do projeto, várias sugestões de melhorias para o setor já haviam sido levantadas pelos colaboradores, a princípio foram selecionadas as ideias de fácil implementação e baixo custo. A Figura 5.2.1 apresenta uma proposta com tais características, seu principal objetivo foi construir um equipamento fixo para substituir a adaptação feita a partir de um cano de papelão e assim reduzir danos causados à matéria prima pela fricção da peça sobre um canto vivo da estrutura do balancim de ponte hidráulico.

Figura 5.2.1 - Proposta de *kaizen* balancim de ponte hidráulico



Fonte: do autor (2018)

Tendo em vista que o setor sofreria uma modificação significativa no *layout* para a execução dos 5s, foi levantada a proposta de criar uma esteira transportadora (Figura 5.2.2) que receberia toda a produção do setor e a direcionaria para uma área de estoque central. Por ser uma grande modificação, a proposta melhorou o fluxo da produção no setor e reduziu a movimentação de funcionários em aproximadamente 10 km por dia.

Figura 5.2.2 - Proposta de *kaizen* esteira transportadora

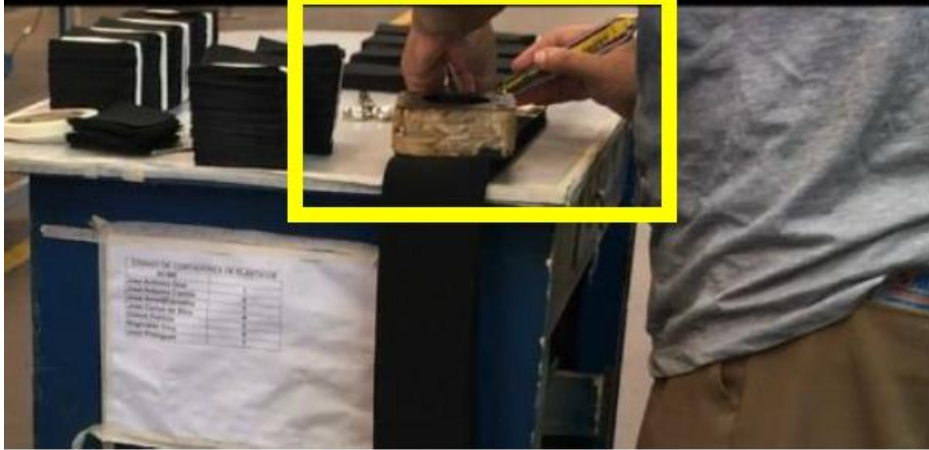


Fonte: do autor (2018)

O calçado profissional mais comercializado da empresa possui fechamento em elástico. O processo de produção dos elásticos era realizado de forma manual, em que os rolos de elástico eram esticados sob a bancada e cortados, utilizando gabaritos (Figura 5.2.3). O

lead time do processo, ou tempo necessário para a produção de um par de elásticos, foi de 8 segundos o que totaliza 3.340 pares confeccionados por colaborador a cada dia.

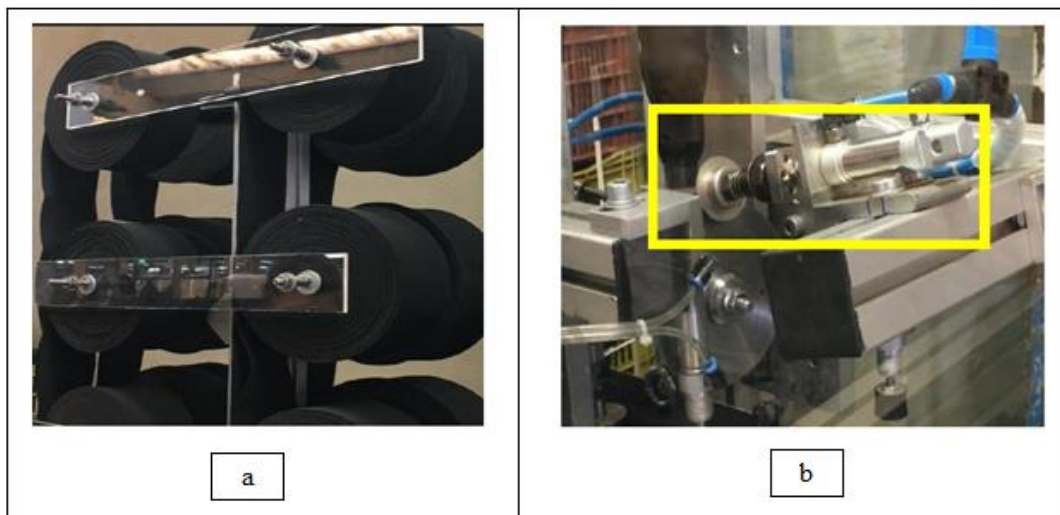
Figura 5.2.3 - Corte manual de elástico



Fonte: do autor (2018)

Ao observar tal prática, um colaborador fez uma proposta de melhoria que consistia em automatizar tal processo. Desta forma, o setor da manutenção e automação da empresa ficou encarregado de criar um equipamento que reduziria o tempo de preparação da matéria prima, por possuir um sistema de afiação automático da faca e a padronização no corte de 10 camadas por vez. Assim, a Figura 5.2.4 a mostra o sistema de alimentação da máquina criada e a Figura 5.2.4 b o sistema de afiação automático.

Figura 5.2.4 - Máquina de corte de elástico. a) Abastecimento. b) Afiação

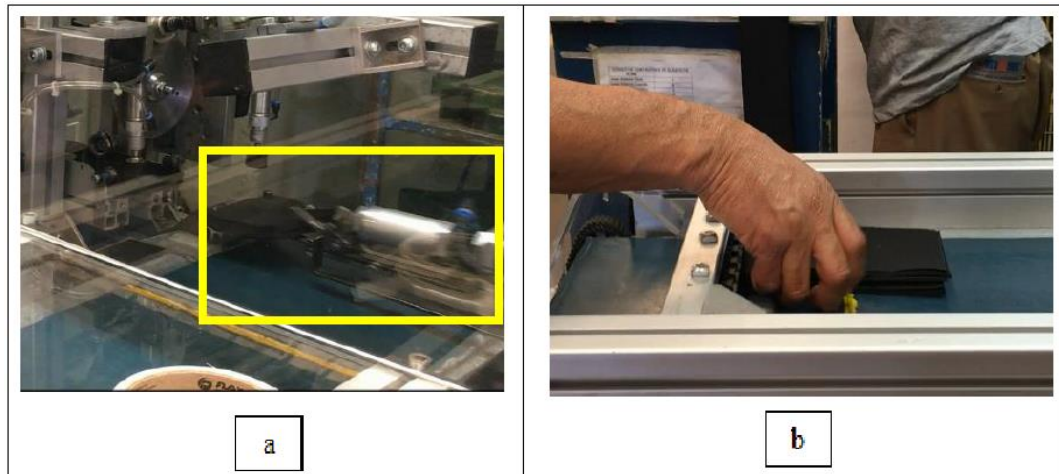


Fonte: do autor (2018)

Após o corte das 10 camadas de elástico, um braço mecânico recolhe o material e o coloca sobre a esteira transportadora (Figura 5.2.5 a). Através dessa, o material é conduzido

para que o colaborador possa recolher e identificar a numeração correspondente a este lote (Figura 5.2.5 b).

Figura 5.2.5 - Máquina de corte de elástico. a) Recolhimento do material. b) Esteira transportadora.



Fonte: do autor (2018)

Depois da utilização desse equipamento, o *lead time* do processo caiu para 2,7 segundos por par, desta forma são produzidos 9.940 pares de elástico por turno. A demanda média atual de elástico é de 18.100 pares por dia, assim é necessário que o equipamento trabalhe durante dois turnos, necessitando apenas um funcionário por turno para suprir esta necessidade. Antes da utilização desse equipamento eram necessários 3 funcionários por turno, totalizando 6 funcionários para atender a demanda. Desta forma, o novo maquinário reduz a necessidade de 4 colaboradores para a realização dessa tarefa. Com isso, a Tabela 5.2.1 apresenta os resultados obtidos antes e depois da alocação do novo maquinário, os dados foram calculados considerando o salário médio mais encargos de R\$ 1.523,88 por colaborador para a execução desta função.

Tabela 5.2.1 - Resultados máquina de cortar elástico

Análise	Antes	Depois	Diferença
Colaboradores	6	2	4
Custo médio mensal	R\$ 9.143,30	R\$ 3.047,77	R\$ 6.095,23
Custo médio anual	R\$ 109.719,54	R\$ 36.573,18	R\$ 73.146,36

Fonte: do autor (2018)

Assim, é possível notar uma economia financeira considerável com a implementação desta proposta, levando em consideração que não houve custos relacionados à peças, pois

todo o material utilizado foi reaproveitado de equipamentos antigos. Dessa forma, o *payback*, ou o tempo de retorno do investimento, para este equipamento foi zero.

5.3 Kanban

O *kanban* implementado no setor de corte de aviamentos tinha como objetivo controlar o fluxo de materiais necessários para a produção programada. Desta forma, por possuir uma gama muito grande de modelos, o quadro responsável pela gestão do *kanban* ficou muito grande, o que dificultou a visualização das atividades realizadas. Além disso, as peças que eram mais consumidas tendiam a acabar mais rapidamente, o que acarretava em uma troca excessiva de cartões no quadro de gestão. Por outro lado, as peças de menor consumo tendiam a criar um estoque desnecessário.

Assim, verificou-se que a aplicação do *kanban* para esse processo deveria ser melhor estudada para evitar tais falhas. Portanto, não foi notada melhoria no processo com a adesão do modelo de *kanban* implementado, o que o fez cair em desuso com o passar do tempo.

5.4 Qualidade na fonte

É difícil mensurar os resultados obtidos através da adoção da manutenção produtiva total como uma ferramenta para a melhoria da qualidade da produção no setor, já que as demais técnicas aplicadas neste trabalho podem ter influenciado os seus resultados. Desta forma, a Tabela 5.4.1 apresenta dados referentes a qualidade levando em consideração o número de peças não conformes produzidas no setor antes e depois da realização deste estudo.

Assim, observou-se uma melhoria de 93% na qualidade da manufatura do setor. Apesar de poder estar ligado a questões de melhorias organizacionais e de equipamentos, esse resultado superou as expectativas estabelecidas inicialmente pelo comitê da qualidade na fonte.

Tabela 5.4.1 - Peças não conformes por mês

Análise	Antes	Depois	Diferença
Peças não conformes	30.806	2.006	28.800

Fonte: do autor (2018)

5.5 Comunicação

Grande parte dos resultados obtidos através do comitê de comunicação não são mensuráveis, pois estão ligados a como o colaborador enxerga o processo de mudanças dentro

do setor. Entretanto, foi possível verificar a elaboração de 52 propostas de *kaizen* através do sistema de premiação criado pelo comitê durante a implementação deste trabalho.

Além disso, o comitê de comunicação obteve resultados a partir da conscientização dos funcionários sobre as melhorias obtidas com a implementação do *lean manufacturing*. Foi observada uma mudança comportamental dos funcionários do setor na busca da manutenção dos benefícios conquistados pela aplicação das ferramentas selecionadas.

5.6 Executivo

O comitê executivo foi responsável por filtrar as ideias e direcionar os investimentos para as melhores propostas levantadas. Assim, uma das maneiras de mensurar os resultados obtidos através deste comitê é analisar os dados relacionados a produtividade do setor antes e depois da aplicação do *lean manufacturing* (Tabela 5.6.1).

Tabela 5.6.1 - Produtividade diária no setor de corte de aviamentos

Análise	Antes	Depois	Diferença
Produção de pares	26.300	29.300	3.000
Número de funcionários	55	55	0
Produção per capita	478	533	55

Fonte: do autor (2018)

Desta forma, pode-se notar, a partir do aumento na produção per capita, um ganho na produtividade do setor de aproximadamente 6 funcionários, os quais foram realocados para realizarem outras atividades dentro do setor. Considerando que o salário médio mais encargos no setor é de aproximadamente R\$ 2.024,48, foi observado um ganho mensal de R\$ 12.146,91, que é equivalente ao ganho anual de R\$ 145.762,98.

Outra maneira de averiguar os resultados obtidos pelo comitê executivo é analisar o tempo para o retorno do investimento realizado, ou *payback*. A Tabela 5.6.2 apresenta os valores de capital aplicados na realização deste trabalho, além dos ganhos obtidos com os mesmos.

Ao analisar os ganhos pontuais, foi levado em consideração a liberação de 330 caçambas de estoque e 15 carrinhos de movimentação, avaliados em R\$ 7.260,00 e R\$ 6.000,00 respectivamente, que foram realocados para os demais setores da empresa. Já os ganhos mensais consideram o aumento na produtividade per capita e a melhoria na qualidade

da manufatura, o que está diretamente relacionado à redução no desperdício de materiais. Desta forma, a empresa recuperará seu investimento em menos de meio ano.

Tabela 5.6.2 - Análise do investimento

Desembolso de investimento	R\$ 66.000,00
Ganhos pontuais	R\$ 13.260,00
Ganhos mensais	R\$ 12.756,17
Ganhos anuais	R\$ 153.074,04

Fonte: do autor (2018)

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a implementação da técnica *lean manufacturing* no setor de corte de aviamentos em uma indústria de calçados profissionais. Através da aplicação das ferramentas *5s*, *kaizen*, *kanban* e qualidade na fonte foi possível demonstrar a eficiência desta estratégia para um aumento na eficiência do setor, já que os resultados apontam ganhos satisfatórios na produtividade e no quesito redução de custos. O setor de corte de aviamentos é caracterizado por produzir uma gama muito grande de produtos, o que dificulta a utilização de algumas técnicas de gestão. Por esse motivo, a implementação do *kanban* não apresentou resultados adequados, uma vez que ocorreram falhas operacionais e culturais na gestão do mesmo. Por outro lado, todas as demais ferramentas demonstraram resultados significativos acarretando em ganhos monetários, cerca de 150 mil reais por ano, de qualidade, cerca de 93% de melhoria, além de benefícios produtivos e principalmente culturais dentro da empresa.

Desta forma, este estudo demonstrou que o *lean manufacturing* é uma das principais ferramentas para empresas que buscam melhorar seus processos produtivos de maneira eficiente e a um baixo custo. Porém é importante ressaltar que a manutenção dos resultados obtidos com a aplicação dessa técnica só será possível se houver uma mudança cultural dentro da empresa com o foco nos ideais do *lean manufacturing*.

6.1 Perspectivas futuras

A perspectiva futura para a utilização do *lean manufacturing* é grande, apesar de sua origem na segunda metade do século passado é uma técnica que continua atual e está sendo implementada nos mais diversos modelos de negócios pelo mundo. Cabe ressaltar que alguns colaboradores do setor se sentiram apreensivos e inseguros em relação a estabilidade de seu emprego durante a implementação dos processos que visavam substituir a mão de obra humana, como a mecanização e a automação de certos processos. Porém, tal ideia foi desmistificada durante a aplicação do *lean manufacturing*, já que todos os funcionários que foram substituídos por equipamentos acabaram sendo realocados para realizarem demais tarefas dentro do setor.

Com base na Norma Regulamentadora 12 – “Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos” – é extremamente importante realizar as adaptações necessárias nas máquinas e equipamentos para garantir a segurança de seus operadores. Assim, pode-se utilizar de sensores de detecção de presença para evitar que a cabeça de corte das máquinas de corte

automático CNC colidam com funcionários desatentos. Além disso, a mesma ideia pode ser aplicada nos balancins de corte hidráulico, de modo a evitar que o operador ative a prensa hidráulica com a mão ou outra parte do corpo ainda dentro do equipamento, o que poderia causar acidentes graves.

Já os resultados obtidos através deste trabalho serão utilizados como base para expandir a filosofia do *lean manufacturing* para os demais setores e unidades produtivas da empresa. Desta forma, possuindo uma experiência prévia com relação a implementação dessa técnica poderão ser dados passos maiores ao realizar um estudo que possa envolver toda a empresa e, assim, poder analisar o processo de maneira geral, buscando melhorias e reduções de desperdícios que poderão acarretar em economias ainda mais significativas para a empresa.

REFERÊNCIAS

- AB RAHMAN, Mohd Nizam et al. Implementation of 5S practices in the manufacturing companies: A case study. **American Journal of Applied Sciences**, v. 7, n. 8, p. 1182-1189, 2010.
- ARAÚJO, C.; RENTES, A. The Kaizen Methodology in the Conduction of Change Processes on Lean Manufacturing Systems. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, p. 126-135, 2006.
- ARBULU, Roberto; BALLARD, Glenn; HARPER, Nigel. Kanban in construction. **Proceedings of IGLC-11, Virginia Tech, Blacksburgh, Virginia, USA**, p. 16-17, 2003.
- CHAN, F. T. S. et al. Implementation of total productive maintenance: A case study. **International journal of production economics**, v. 95, n. 1, p. 71-94, 2005.
- CHIARINI, Andrea. Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 226-233, 2014.
- DETTY, Richard B.; YINGLING, Jon C. Quantifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 2, p. 429-445, 2000.
- GOMES, Paulo. A evolução do conceito de qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação. **Cadernos Bad**, n. 2, 2004.
- LEI, Howard et al. A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 43, p. 59-67, 2017.
- LIMA, Carlos Henrique Bertucci et al. **Evento Kaizen na indústria automobilística brasileira: um estudo de caso**. 2010. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.
- MELTON, Trish. The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. **Chemical engineering research and design**, v. 83, n. 6, p. 662-673, 2005.
- MONDEN, Yasuhiro. **Toyota production system: an integrated approach to just-in-time**. Productivity Press, 2011
- MORAES, Ricardo Ferraz; SILVA, Carlos Eduardo Sanches; TURRIONI, João Batista. Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística. **X SIMPEP-Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru, 2003.
- MURINO, T. et al. Single stage multi product kanban system. Optimization and parametric analysis. In: **Proceedings of the 8th WSEAS International Conference on System Science and Simulation** in Engineering, Genova, Italy. 2009. p. 313-319.
- NEVES, Paulo de Tarso. **Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance): estudo de caso na colheita mecanizada de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OHNO, Taiichi. **Toyota production system: beyond large-scale production**. crc Press, 1988.

PAKDIL, Fatma; LEONARD, Karen Moustafa. Criteria for a lean organisation: development of a lean assessment tool. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 15, p. 4587-4607, 2014.

PANIAGO, Argélio Lima. **KAIZEN-implementação na indústria de autopeças: resultados na redução das perdas na área produtiva**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PATTANAIAK, L. N.; SHARMA, B. P. Implementing lean manufacturing with cellular layout: a case study. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 42, n. 7-8, p. 772-779, 2009.

PAUL BRUNET, Adam; NEW, Steve. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 12, p. 1426-1446, 2003.

RAHMAN, Nor Azian Abdul; SHARIF, Sariwati Mohd; ESA, Mashitah Mohamed. Lean manufacturing case study with Kanban system implementation. **Procedia Economics and Finance**, v. 7, p. 174-180, 2013.

REGULAMENTADORA, Norma. 6-NR-6. **Equipamento de Proteção Individual-EPI**, v. 4, n. 3, 2003.

REGULAMENTADORA, NORMA. NR 12– “Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos”. **Referencias–Elaboração Portaria**, v. 3, 1978.

SALUNKHE, R. T.; KAMBLE, G. S.; MALAGE, Prasad. Inventory control and spare part management through 5S, KANBAN and Kaizen at ABC industry. **Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSRJMCE)**, p. 43-47, 2009.

SEIKOLA, Marko et al. Kanban implementation in a telecom product maintenance. In: **Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2011 37th EUROMICRO Conference on**. IEEE, 2011. p. 321-329.

SINGH, J.; RASTOGI, Vikas; SHARMA, Richa. Implementation of 5S practices: A review. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 2, n. 3, p. 155-162, 2014.

SOROOSHIAN, Shahryar et al. Case report: Experience of 5S implementation. 2012.

SUGIMORI, Y. et al. Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. **The International Journal of Production Research**, v. 15, n. 6, p. 553-564, 1977.

VAMSI KRISHNA JASTI, Naga; SHARMA, Aditya. Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: A case study from auto components industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, n. 1, p. 89-116, 2014.

WILSON, Lonnie. **How to implement lean manufacturing**. New York: McGraw-Hill, 2010.

ZHANG, Yingfeng; JIANG, Pingyu; HUANG, George. RFID-based smart kanbans for just-in-time manufacturing. **International Journal of Materials and Product Technology**, v. 33, n. 1-2, p. 170-184, 2008.