

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

CAIO AFONSO KAVISKI

EDUARDO CARVALHO TABALDI

**PLANEJAMENTO DE UM EVENTO KAIZEN APLICADO NO
SISTEMA DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV) EM
UMA LINHA DE MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2

CURITIBA

2017

CAIO AFONSO KAVISKI
EDUARDO CARVALHO TABALDI

**PLANEJAMENTO DE UM EVENTO KAIZEN APLICADO NO
SISTEMA DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV) EM
UMA LINHA DE MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS**

Monografia do Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. M. Eng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha

CURITIBA

2017

TERMO DE ENCAMINHAMENTO

Venho, por meio deste termo, encaminhar para apresentação a monografia do Projeto de Pesquisa “PLANEJAMENTO DE UM EVENTO KAIZEN APLICADO NO SISTEMA DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV) EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS”, realizado pelos alunos CAIO AFONSO KAVISKI e EDUARDO CARVALHO TABALDI, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. M. Eng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha
UTFPR - DAMEC

Curitiba, 15 de Novembro de 2017.

TERMO DE APROVAÇÃO

Por meio deste termo, aprovamos a Proposta de Projeto de Pesquisa “PLANEJAMENTO DE UM EVENTO KAIZEN APLICADO NO SISTEMA DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV) EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS”, realizada pelos alunos CAIO AFONSO KAVISKI e EDUARDO CARVALHO TABALDI, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. M. Eng. Rodrigo Ulisses Garbin da Rocha
DAMEC, UTFPR
Orientador

Prof. M. Eng. Osvaldo Verussa Junior
DAMEC, UTFPR
Avaliador

Prof. Dr. Eng. Paulo Antonio Reaes
DAMEC, UTFPR
Avaliador

Curitiba, 15 de Novembro de 2017.

RESUMO

KAVISKI, Caio; TABALDI, Eduardo. PLANEJAMENTO DE UM EVENTO KAIZEN APLICADO NO SISTEMA DE VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV) EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE AUTOMÓVEIS. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o planejamento de um evento Kaizen aplicado no Sistema de Veículo Guiado Automaticamente, atualmente implantado em uma linha de montagem de automóveis. Com base no suporte teórico sobre os temas, este estudo realizou uma reflexão por meio de pesquisa exploratória e bibliográfica para analisar as práticas da Manufatura Enxuta, com destaque para o Kaizen, como estratégias de redução de desperdícios e aplicação de melhoria contínua nos processos. O método utilizado é um estudo de caso em empresa do setor automobilístico. Os resultados pretendem mostrar os ganhos em eficiência e redução de custos para a empresa estudada.

Palavras-chave: KAIZEN. LEAN MANUFACTURING. AGV. RFID.

ABSTRACT

KAVISKI, Caio; TABALDI, Eduardo. PLANNING OF A KAIZEN EVENT APPLIED TO AN AUTOMATIC GUIDED VEHICLE SYSTEM IN AUTOMOBILE INDUSTRY. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

This project has the objective of analysis the planning of a Kaizen event applied to an automatic guided vehicle system, that is currently implanted on a vehicle assembler. Based on a theoretical support about these themes, this study did an exploratory and bibliography research to analyze the lean manufacturing practices, with emphasis on Kaizen, as strategies on waste reduction and applications of continuous improvement. The method applied is a case study on a specific department of this automotive industry. The results of this research are trying to show the benefits in efficiency and on cost reduction that can be reach for the company that is approached on this project.

Key words: KAIZEN. LEAN MANUFACTURING. AGV. RFID.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pilares da Manufatura Enxuta.	15
Figura 2 - Ciclo PDCA	17
Figura 3 – Níveis do Kaizen	18
Figura 4 – Passos para preenchimento do relatório A3	20
Figura 5 - AGV rebocador	24
Figura 6 – Transponder, composição da etiqueta RFID.	25
Figura 7 – Esquema ilustrando o sistema RFID.	26
Figura 8 - Etapas da pesquisa	29
Figura 9 - Layout do kitting na situação atual.....	33
Figura 10 - Foto do kitting PO4	33
Figura 11 - Carro kit com carta d'aille	34
Figura 12 - Relatório A3	36
Figura 13 - Layout do kitting na situação proposta.....	39
Figura 14 - Layout geral e rota do AGV	40

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

AGV – Automated Guided Vehicle

EPC – Electronic Product Code

GHz – Giga-Hertz

MHz – Mega-Hertz

PDCA – Plan, Do, Check, Act

RFID – Radio Frequency Identification

MIT – Massachusetts Institute of Technology

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	CONTEXTO DO TEMA	9
1.2	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	10
1.3	OBJETIVOS	11
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	11
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	11
1.4	JUSTIFICATIVA	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	MANUFATURA ENXUTA (LEAN MANUFACTURING)	13
2.2	MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN)	16
2.3	RELATÓRIO A3	19
2.4	VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE (AGV)	22
2.5	IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA (RFID)	25
3	METODOLOGIA	29
3.1	DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA	29
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	30
3.3	JUSTIFICATIVA DA METODOLOGIA	31
3.4	PRODUTOS DO PROJETO	31
4	ESTUDO DE CASO	32
4.1	SITUAÇÃO ATUAL	32
4.2	SITUAÇÃO PROPOSTA	37
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO	41
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE A – RELATÓRIO A3	49

1 INTRODUÇÃO

O processo de globalização e o avanço das inovações tecnológicas recentes transformaram consideravelmente o cenário competitivo em que atuam as empresas. A constante mudança e acirrada concorrência obrigam as corporações a se atualizarem e buscarem estratégias alternativas que assegurem sua sobrevivência e crescimento no mercado.

Utilizado em muitas corporações ao redor do mundo, o Kaizen é uma metodologia que ficou mundialmente conhecida por sua intensa aplicação pelo Sistema Toyota de Produção e se baseia em esforços contínuos para melhoria do sistema. De acordo com Womack, Jones e Roos (1992), após a segunda guerra mundial a indústria japonesa desenvolveu um conjunto de novas práticas de manufatura que alavancaram sua competitividade global, tratam-se das técnicas da produção enxuta.

O termo Lean Manufacturing, ou produção enxuta, tornou-se conhecido após a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones e Roos (1990). O livro apresenta um estudo sobre a indústria automobilística mundial e evidencia enormes diferenças na qualidade, produtividade e demais benefícios trazidos pelo Sistema Toyota de Produção.

A história contemporânea mundial é também fortemente marcada pela crescente preocupação com a sustentabilidade do planeta. As indústrias cada vez mais devem se adequar a legislações que forçam a redução de impactos ambientais, buscando a manutenção do meio ambiente e paralelamente o desenvolvimento de tecnologias (MACEDO; RAMOS, 2016). Além do cumprimento da legislação, empresas buscam práticas sustentáveis para evitar danos à sua imagem perante a sociedade e o mercado em que atuam (SEURING et al., 2008).

Neste cenário de alta competitividade as empresas automobilísticas, procurando atender à demanda de seus clientes, estão sempre à procura de processos produtivos mais eficientes e com mínimo desperdício. Por este motivo, os investimentos realizados nos últimos anos têm se focado na modernização e na busca de plantas cada vez mais automatizadas e enxutas.

1.1 Contexto do Tema

O mercado automobilístico sempre teve grande importância no cenário econômico brasileiro, envolvendo direta e indiretamente diversas empresas de vários segmentos e gerando alto número de empregos em todo o país. No Brasil, a indústria automotiva responde por quase 25% do Produto Interno Bruto (PIB) do setor industrial (Anfavea, 2017).

Apesar da crise que a indústria automobilística tem passado nos dois últimos anos, o cenário atual é de aumento de produção de veículos, decorrente da retomada de confiança na economia. Segundo Dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), a fabricação de veículos cresceu no primeiro trimestre de 2017, sendo 24% maior que o mesmo período de 2016. Também de acordo com a Anfavea, a exportação de veículos vem crescendo quando comparado aos anos passados, apresentando recordes de resultados.

Buscando atender seus clientes com ofertas atrativas, atualmente a indústria automobilística vem procurando meios de reduzir custos, porém preservando a qualidade e eficiência dos processos de produção.

Estratégias que visem à melhoria da competitividade, bem como a necessidade de atender adequadamente as necessidades de clientes, têm feito com que muitas empresas adequem seus sistemas produtivos, focando na gestão da qualidade e a melhoria contínua de produtos e processos (CALARGE; SATOLO; PEREIRA, 2009).

As indústrias, apesar da concorrência, possuem objetivos comuns: melhoria na confiabilidade dos processos, redução de custos, aumento de produtividade e elevação no nível de atendimento ao cliente (FURINI; SAURIN, 2008).

Dessa forma, torna-se necessária a utilização de ferramentas e estratégias que possam colaborar para que sejam alcançadas as metas de produção na indústria automobilística. A adequação às novas estratégias de mercado tem sido realizada através do Lean Manufacturing, que tem como origem o Sistema Toyota de Produção, modelo que serve de referência quando se trata de eficácia e competitividade, sempre abordando o combate ao desperdício e total foco no fluxo produtivo (CALARGE; SATOLO; PEREIRA, 2009).

1.2 Caracterização do Problema

O trabalho desenvolvido será realizado na empresa Alfa, uma indústria automobilística, situada na cidade de São José dos Pinhais, estado do Paraná, uma das maiores montadoras de veículos do país, com capacidade de produção de 27.000 unidades por mês, integrante de um grupo que possui mais de 100 anos de existência.

Atualmente a empresa estudada tem implantado um sistema de veículo guiado automaticamente (AGV) para a movimentação de materiais no chão de fábrica. O AGV é um sistema de transporte automático, ou seja, em seu sistema já é programada sua rota, conforme linhas eletromagnéticas no chão da planta, eliminando assim a necessidade de condutor. A função do AGV neste caso é o transporte dos carros kit, que são estruturas onde são carregados os kits de peças para a montagem dos veículos.

Cada carro kit porta uma folha de papel A4, chamada de “carta d’aille”, onde são escritas as instruções para montagem do kit de peças para cada modelo de veículo. As cartas d’aille são impressas de acordo com o sequenciamento de produção de carros do sistema da empresa. Na região do estoque, chamada de *Kitting*, um funcionário é responsável por anexar estas cartas a cada carro kit. Em seguida, a equipe de operadores do estoque carrega o carro kit com as peças correspondentes ao veículo e às informações da carta d’aille.

O sistema de AGVs realiza o transporte dos carros kit da área de estoque de materiais até a linha de montagem e, também, do seu retorno à área de estoque. A carta d’aille segue junto ao carro kit durante todo o processo de produção, cuja principal função é garantir o backup de dados das peças que estão no respectivo carro kit. Quando o carro kit retorna ao estoque e chega ao final de sua rota, a carta d’aille é descartada e uma nova carta é anexada ao carro kit, iniciando assim um novo ciclo.

Analisando todo este processo observou-se um cenário de desperdício, pois uma grande quantidade de folhas de papel é descartada diariamente, situação esta que gera custos e não agrega valor ao produto final. Diante deste quadro, o presente trabalho se propõe a responder a seguinte questão: qual a potencial melhoria do processo dada pela substituição da carta d’aille por um sistema informático de identificação dos carros kit na linha de montagem da empresa Alfa do segmento automotivo?

1.3 Objetivos

O objetivo determina o caráter da pesquisa, Doxsey & De Riz (2002-2003) afirmam que o objetivo geral da pesquisa esclarece o que se pretende alcançar com a investigação. Para responder à questão do estudo realizado neste trabalho foram definidos um objetivo geral e seis objetivos específicos, apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar, baseado na metodologia Kaizen, a potencial melhoria do processo dada pela substituição da carta d'aille por um sistema informático de identificação dos carros kit na linha de montagem da empresa Alfa do segmento automotivo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar o funcionamento dos processos de montagem dos carros kit;
- b) Coletar os dados do processo atual (uso da carta d'aille – folha A4);
- c) Observar o funcionamento do AGV e suas linhas de atuação;
- d) Analisar a utilização da metodologia Kaizen na eliminação de desperdício.
- e) Mostrar as vantagens e limitações de um novo processo comparado ao antigo;
- f) Analisar se a instalação de um sistema RFID é viável no processo de coleta do material do estoque e transporte até a linha de montagem;

1.4 Justificativa

A crescente globalização dos mercados, a abertura comercial e o aumento da competição têm levado as empresas a um novo padrão de concorrência, em que as estratégias empresariais tradicionais não são mais suficientes para garantir a sobrevivência no mercado (FRANCISCO; HATAKEYAMA, 2008).

Diante deste cenário, uma melhoria que resulte em redução de custos para a empresa, com eliminação de desperdícios, é altamente justificável. Para isto, Louzada (2004) defende que as empresas devem ter a capacidade de identificar e eliminar as perdas existentes nos processos, maximizar a utilização dos ativos e desenvolver as pessoas para garantir a geração de produtos de alta qualidade a custos competitivos.

Segundo Silva *et al.* (2008), tem sido muito comum a adoção de métodos de Kaizen nas empresas a fim de introduzir os conceitos e práticas enxutas, de forma a garantir um bom planejamento, execução, acompanhamento e aprimoramento dos processos. A relevância de um estudo sobre a Filosofia Kaizen deve-se ao fato de que esta é amplamente aplicada no Sistema Toyota de Produção, que se baseia em esforços contínuos para melhoria do sistema.

Webb (1992) afirma que a busca de melhorias e de novas tecnologias faz a diferença no processo de fabricação, uma vez que auxilia na redução de custos e no processo em si, ganhando produtividade, eficiência e qualidade nos produtos.

Os investimentos realizados nos últimos anos têm se focado na modernização e na busca de plantas cada vez mais automatizadas e enxutas. A oportunidade de acompanhamento do Evento Kaizen na empresa em estudo, que adota esta prática, foi essencial e motivadora para a escolha do tema.

O cenário atual é de retomada do crescimento tanto da produção como das vendas de automóveis. No acumulado do ano de 2017, de janeiro a setembro, o crescimento foi de 27%, com mais de 1.986.654 unidades de veículos produzidos, contra 1.564.485 unidades no mesmo período de 2016, segundo dados da Anfavea. Em 2017, as exportações cresceram 55,7% e bateram recorde histórico, com 566 mil unidades. Até então, o melhor resultado era de 2005, com 547 mil unidades.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fim de embasar teoricamente as análises realizadas nesse trabalho, esse tópico irá apresentar as definições e conceitos necessários para entender o desenvolvimento do projeto. A Manufatura Enxuta, a metodologia Kaizen e o método A3 serão detalhados de forma mais precisa, assim como os conceitos do AGV (Veículo Guiado Automaticamente) e do sistema RFID (Identificação por rádio frequência).

2.1 Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing)

O foco principal da Manufatura Enxuta é a diminuição do *lead time*, procurando a eliminação de desperdícios e a maximização da produtividade e eficiência dos processos de produção. O principal objetivo da produção enxuta é alinhar a melhor sequência possível de trabalho, procurando agregar valor aos produtos, oferecendo ao cliente o que ele deseja, transformando o desperdício em valor (WOMACK; JONES, 1998). A manufatura enxuta é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo *feedback* sobre os esforços para transformar “muda” (desperdício) em valor, dando maior motivação aos funcionários.

Alguns conceitos devem ser seguidos em ordem pelas organizações para que o processo tenha resultados positivos, de acordo com Jones e Womack (1998) são cinco estes princípios que devem ser seguidos.

1) Valor: O ponto de partida para o pensamento enxuto é o valor. O valor deve estar relacionado ao produto, à capacidade de produção disponível e ao custo pelo qual o cliente está disposto a pagar.

2) Fluxo de valor: consiste na identificação de todos os processos que englobam a confecção do produto final. Devem ser percebidas três tipos de atividades durante todo o fluxo: atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor e atividades que não agregam valor, porém são necessárias.

3) Fluxo Contínuo: Segundo Shingo (1996), esse princípio relata a importância do fluxo contínuo, onde as etapas de produção estão organizadas em uma determinada sequência, de maneira que o produto passe para as etapas seguintes sem estoques intermediários ou itens

semiacabados. Mudanças de *layout* e até mesmo culturais podem ser necessárias, sempre procurando um fluxo contínuo nos processos de produção.

4) Produção Puxada: Práticas de produção baseadas em previsões de vendas não devem mais ser praticadas. Segundo Womack e Jones (1998), a empresa deve puxar o pedido através do cliente ao invés de produzir conforme a sua capacidade (empurrar o pedido).

5) Perfeição: Depois de identificar o que é valor sobre a ótica do cliente, mapear o fluxo, gerar o fluxo onde é possível e puxar a produção, o próximo desafio é confeccionar produtos perfeitos. O foco desse princípio é a eliminação total dos desperdícios, procurando a perfeição também na qualidade. Dessa maneira, a empresa não deve nunca interromper esforços para realizar melhorias nos processos.

A Produção Enxuta tem como fundamentação aperfeiçoar processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios. A eliminação de desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto. Segundo Ohno (1997), os sete desperdícios definidos pela manufatura enxuta são classificados como:

- Espera: Caracterizado por pessoas ou equipamentos possuindo tempo ocioso devido a problemas no controle do tempo da produção.
- Defeito: Ocorre por falhas no processo, gerando produtos de baixa qualidade que podem ser descartadas ou retrabalhadas, porém aumentando o custo de produção.
- Transporte: Resultante da movimentação de materiais mais que o necessário. Como exemplo equipes que trabalham em sequência e se encontram afastadas.
- Movimentação: Excesso de movimentação dos operadores, geralmente ocasionado por *layouts* mal elaborados ou obstáculos no caminho, gerando perda de tempo e produtividade.
- Estoque: Desperdício de matéria primas, de investimento e espaço. Entretanto, para reduzir-se o estoque, todo o processo deve estar alinhado.
- Superprocessamento: Processos que ocorrem na fábrica porém não agregam valor ao produto, ou seja, processos desnecessários. Por exemplo, desamassar uma peça metálica depois de pronta.
- Superprodução: Produzir acima da demanda, a superprodução é considerada o desperdício responsável por todos os demais desperdícios.

A Figura 1 reúne os principais conceitos, ferramentas e técnicas utilizadas na implantação e manutenção da Manufatura Enxuta, os quais são como pilares que servem de sustentação para todo o sistema.

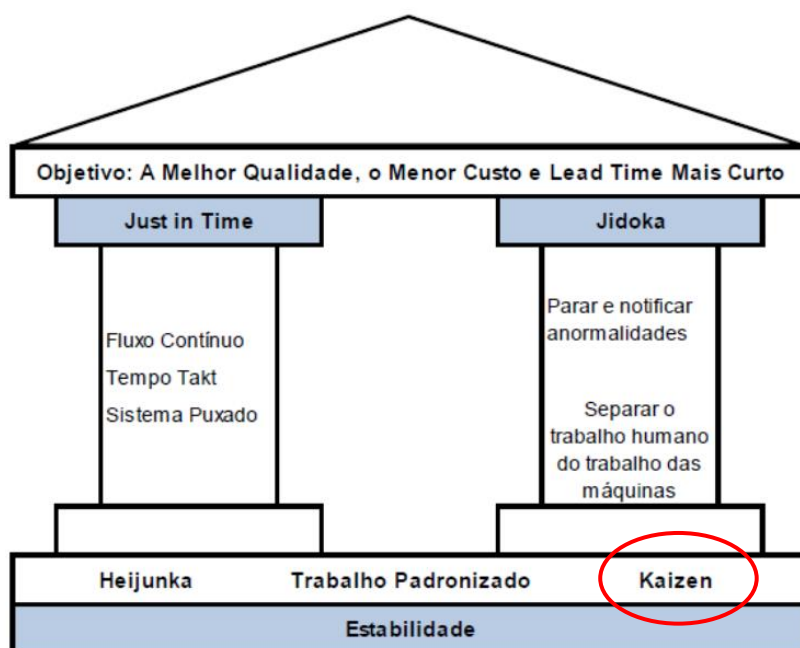


Figura 1 – Pilares da Manufatura Enxuta.

Fonte: Lean Enterprise Institute (2003)

Um conceito fundamental na Manufatura Enxuta é a melhoria contínua, também conhecida como Kaizen, considerado como um fator de sucesso para os processos de produção dos japoneses. O sistema de produção japonês é baseado no conceito de encorajamento de mudanças e aperfeiçoamentos constantes nas operações realizadas diariamente. Conforme destacado na Figura 1, o Kaizen é uma das bases da ideologia da Manufatura Enxuta.

2.2 Melhoria Contínua (Kaizen)

Kaizen é um termo japonês que tem por significado kai “mudança” e zen “melhorar”, na indústria e literaturas é abordado como melhoria contínua. O Kaizen procura agregar valor a um processo e ao mesmo tempo reduzir custos, o que ocorre, de acordo com Imai (1994), pois o processo pode ser melhorado continuamente.

O Kaizen surgiu após a segunda-guerra mundial no Japão e ficou reconhecido após sua aplicação ao sistema Toyota de produção, procurando sempre a melhoria do sistema. Como é citado por Silva *et al.* (2008), o método Kaizen tem sido adotado nas empresas como uma forma sistemática de introdução dos conceitos da prática da Manufatura Enxuta, garantindo um bom planejamento, execução, acompanhamento e aprimoramento destes mesmos conceitos.

Para Imai (1994), esta metodologia possui dez princípios:

1. O desperdício deve ser eliminado;
2. Melhorias graduais devem ocorrer continuamente;
3. Todos na empresa devem estar envolvidos;
4. O aumento da produtividade deve ser feito sem altos investimentos;
5. Aplica-se a qualquer área;
6. Problemas e desperdícios devem ser vistos por todos (transparência);
7. Focalize a atenção no local onde se cria realmente o valor;
8. Oriente-se para os processos;
9. Deve ser dada prioridade ao capital humano;
10. O lema essencial da aprendizagem organizacional é: aprender fazendo.

A metodologia Kaizen procura através da combinação de várias ferramentas o aumento da produtividade, a redução do lead-time, redução do estoque, fluxo uniforme de produção, redução do tempo de setup, segurança, qualidade e padronização da produção.

Para uma organização, o Kaizen pode trazer várias vantagens, já que sua gestão é baseada em maximizar a produtividade e não gerar aumento considerável de custos. Dentre os benefícios, podem ser citados a melhoria da eficiência produtiva, diminuição dos níveis de

custo de produção e o ganho da capacidade de reação positiva frente às mudanças no mercado (ROMÃO; MOURA, 2010).

Conforme Laraia, Moody e Hal (2009), existem vários tipos de atividades Kaizen, envolvendo desde as que focam no desenvolvimento de soluções para problemas que ocorrem no chão de fábrica, até a implementação de um plano predeterminado de mudanças.

O Kaizen pode ser obtido através da compreensão do ciclo PDCA, que segundo Campos (1999), é descrito por quatro etapas:

- i. Planejar (Plan): estabelecer metas para o processo e estabelecer um método para atingir estas metas;
- ii. Executar (Do): executar as tarefas conforme previsto no plano e coleta de dados;
- iii. Verificar (Check): comparar os resultados coletados com a meta planejada;
- iv. Atuar corretivamente (Action): analisar onde foram detectados desvios, procurando corrigi-los para que não ocorram mais.

É importante lembrar que o ciclo PDCA é verdadeiramente um ciclo e, por isso, deve girar constantemente, conforme ilustrado pela Figura 2.



Figura 2 - Ciclo PDCA
Fonte: Sobre Administração (2011)

Estas ações devem ser desenvolvidas em um período específico de tempo, o qual é denominando evento Kaizen. No evento Kaizen, primeiramente, é feita a identificação do problema, que após identificado deve ser resolvido através da utilização das ferramentas Kaizen. Quando solucionado o problema os responsáveis pela aplicação devem difundir a solução e torná-la padrão em seus processos, eliminando os métodos de trabalho ou problemas antigos.

Conforme informado em Rother e Shook (2003), existem dois níveis de Kaizen: o de fluxo e de processo, representados na Figura 3. O primeiro tem foco no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento. O segundo enfoca os processos individuais, sendo dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.



Figura 3 – Níveis do Kaizen
Fonte: Rother e Shook (2003)

O Kaizen é baseado na ação, equipes devem ser responsáveis pelo desenvolvimento e implementação de soluções, processos novos são criados para implementação e substituição de processos antigos. Segundo Laraia, Moody e Hal (2009), os métodos preferidos para conquistar as melhorias são aqueles desenvolvidos utilizando equipamentos e ferramentas disponíveis e a técnica da eliminação de desperdícios. Deve-se procurar resultados positivos de melhoria sem gastos ou com o mínimo de investimento.

Quando se procura a redução de desperdícios utilizando a filosofia da melhoria contínua, atividades que devem ser descartadas tem de ser encontradas, conseqüentemente eliminando atividades desnecessárias, essa melhoria irá gerar resultados positivos para os custos. Todo desperdício deve ser eliminado e não deve retornar.

De acordo com Laraia, Moody e Hal (2009), as melhorias ocorrem também com a redução do tempo de realização de tarefas, na diminuição de espaço necessário, menor uso de recursos e aumento de resultados dos funcionários.

Todos os resultados obtidos com a utilização do Kaizen devem ser apresentados por seus usuários a sua gerência, pois, segundo Araújo e Rentes (2006), a apresentação dos resultados trará mais efeitos positivos e benéficos ao time de Kaizen.

2.3 Relatório A3

O relatório A3 é um método que a *Toyota Motor Corporation* utiliza para propor soluções para os problemas, fornecer relatórios da situação de projetos em andamento e relatar atividades de coleta de informações (GOSH; SOBEK, 2002).

Sobek e Smalley (2010) definem o relatório A3 como uma poderosa ferramenta que busca estabelecer uma estrutura completa para implementar a gestão do ciclo PDCA, ao mesmo passo que ajuda os autores do relatório a ter uma compreensão mais profunda do problema, das oportunidades e das novas ideias sobre como atacar o problema.

Para Shook (2008), um relatório A3 deve contar uma história, de forma que qualquer pessoa possa entendê-la. Não deve ser um relatório que trabalhe metas e problemas de maneira isolada e estática. Espera-se do relatório um começo, meio e fim, uma narrativa padronizada que compartilhe a história completa, relacionando elementos específicos, sequenciando os fatos e informando as causas.

O relatório A3 é assim chamado pois deve ser confeccionado e apresentado em uma folha de papel de formato A3 (29,7 x 42 cm). O relatório busca identificar a situação atual, a natureza do problema, a gama de contramedidas possíveis, a melhor contramedida, as maneiras de colocá-la em prática e a evidência de que o problema foi efetivamente solucionado, conforme o fluxo mostrado na Figura 4.

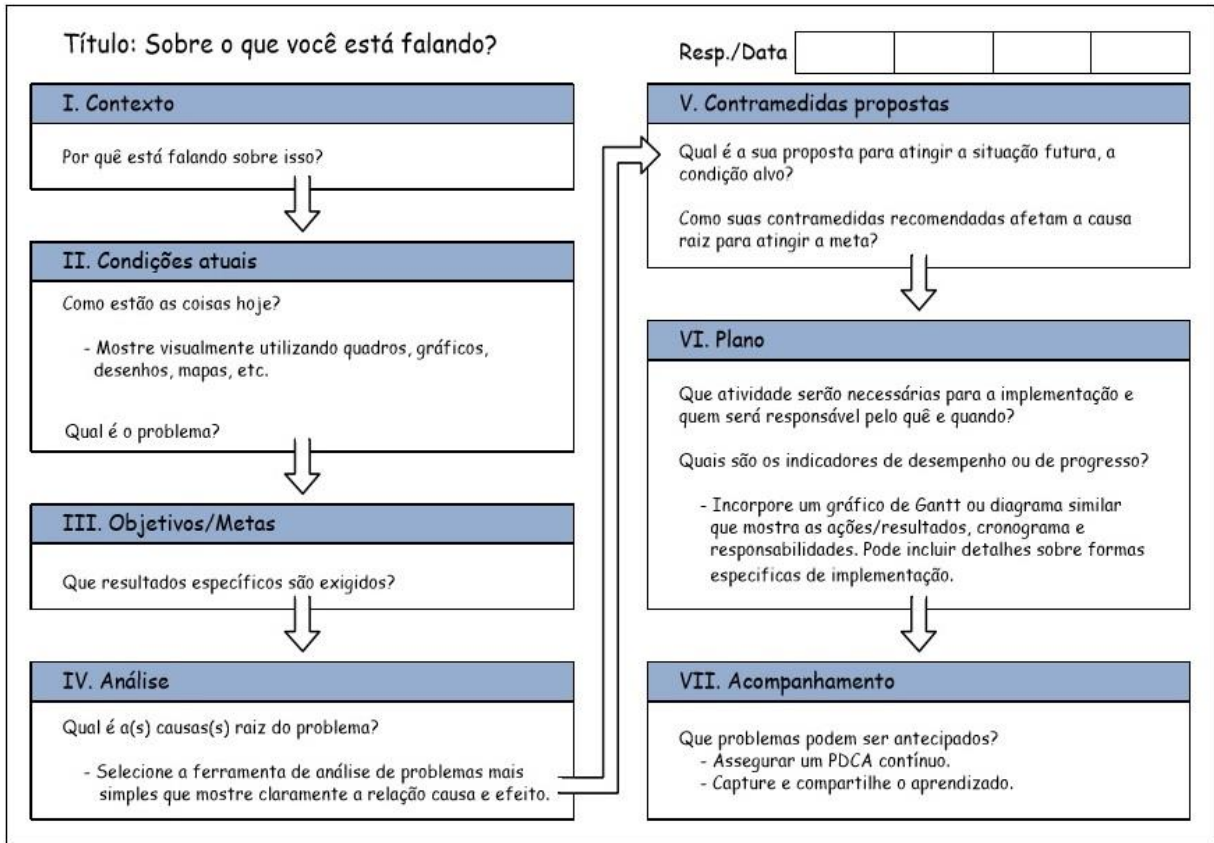


Figura 4 – Passos para preenchimento do relatório A3

Fonte: Shook (2008)

Segundo Sobek & Jimmerson (2004), todo relatório A3 começa com a definição do tema. Em seguida, o relatório A3 é dividido em sete passos:

- 1) **Contexto:** Deve descrever informações que são essenciais para o entendimento da extensão e da importância do problema.
- 2) **Estado atual:** Este passo refere-se à decomposição do problema ou análise da situação atual. Nessa etapa devem ser utilizadas ferramentas como gráficos, fluxogramas de processo, diagramas, listas de verificação e todo tipo de indicador que torne claro o que realmente é o problema. A descrição correta da situação atual é a mais importante de um relatório A3.
- 3) **Objetivos e metas:** Descrever quais as melhorias pretende-se alcançar. Deve-se inserir um diagrama que ilustre como o processo proposto irá trabalhar após as melhorias.

- 4) **Análise:** Uma técnica comum para analisar e identificar a causa raiz dos problemas é o método dos “5 porquês”. Outras ferramentas de qualidade podem ser utilizadas nessa fase, como o diagrama de causa e efeito, *brainstorming* e as 7 ferramentas da qualidade.
- 5) **Contramedidas propostas:** Indicar as opções para enfrentar o problema e melhorar o desempenho da situação atual. Com a criação das contramedidas é de se esperar uma visualização do estado futuro, que deve ser representado graficamente, ilustrando como o novo sistema, processo ou procedimento irá operar depois que as contramedidas forem implementadas.
- 6) **Plano:** Com as contramedidas e o estado futuro bem definidos parte-se para a implementação. O plano de implementação deve ter os passos que devem ser completados para se atingir o estado futuro. A ferramenta 5W1H (*Who, What, Where, When, Why e How*) pode ser utilizada para esta tarefa.
- 7) **Acompanhamento:** Após todas as atividades até agora descritas, é de se esperar que haja um comparativo periódico entre os resultados estipulados e os resultados reais; logo é criado um plano de acompanhamento. O acompanhamento tem como benefícios determinar se o que foi implementado teve algum efeito, se o aprendizado sobre o método A3 gerou o real entendimento da situação atual, e por último mostrar que a organização está prestando atenção nos problemas, através do acompanhamento de indivíduos importantes e gerentes.

Segundo Jimmerson *et al.* (2005), as vantagens do modelo A3, em relação a outros métodos, é que este modelo demanda a documentação, através dos diagramas, de como o trabalho realmente acontece. Deve-se inserir todos os desafios, objetivos, soluções, pessoas envolvidas e ações, permitindo que todos possam contribuir para a solução. Shook (2008) enfatiza que o relatório A3 orienta o diálogo e a análise, sendo uma ferramenta poderosa na elaboração de contramedidas eficazes baseadas em fatos.

2.4 Veículo Guiado Automaticamente (AGV)

O AGV (*Automated Guided Vehicle*) é um veículo que se movimenta de forma autônoma dispensando o auxílio de operadores ou condutores. Esta tecnologia foi desenvolvida para o transporte e transferência de materiais pela planta da fábrica e conecta diversas áreas ou máquinas.

Os primeiros veículos guiados automaticamente foram desenvolvidos nos EUA, no início da década de 50 pela *Barret Electronics* (MÜLLER, 1983). O primeiro sistema foi instalado em 1954 na Carolina do Sul, na empresa *Mercury Motor Freight* (HAMMOND, 1987). A pioneira na Europa foi a Volvo, numa fábrica de montagem em Kalmar, em 1974. A partir deste exemplo, onde foram observados resultados positivos, diversas outras empresas europeias passaram a utilizar sistemas com veículos autoguiados (MÜLLER, 1987). Desde então o uso de AGVs cresceu consideravelmente até os dias atuais, assim como o número de áreas de aplicação.

O AGV é uma das tecnologias mais interessantes para transporte de materiais nas indústrias, como carregar o material do armazém até a linha de montagem. Seu transporte é seguro e eficaz, trazendo grandes benefícios à produção e aos usuários deste sistema (ATLEE, 2011).

Segundo Kim e Tanchoco (1999), o AGV consiste em um veículo elétrico programado, guiado através de trilhos, sensores ópticos, rádio frequência ou a laser. Essa tecnologia oferece segurança e velocidade em operações ininterruptas, podendo transportar caixas, carrinhos kit ou *pallets*.

Kim e Tanchoco (1999) ainda explicam que o AGV tem locomoção autônoma, com funcionamento através de baterias, o que lhes permite operar continuamente ao longo da jornada de trabalho. Dessa forma é mais eficiente do que o sistema tradicional feito por equipamentos manuais, onde existe intervenção humana. Além disso, o sistema garante um melhor controle devido às operações serem executadas por computador, o que garante uma visão mais real do estoque e da logística da fábrica.

Um AGVS (*Automated Guided Vehicle System*) pode ser definido como um sistema autônomo e descontínuo de movimentação de materiais, particularmente flexível no que diz respeito à trajetória, à frequência das operações de transporte e à quantidade de pontos de transferência de carga (FERREIRA; PASKULIN, 1990).

Um AGVS é formado basicamente pelos AGVs e por uma rede interna de transporte que define os possíveis caminhos a serem percorridos pelos veículos. Ou seja, os componentes de um AGVS são divididos em dois níveis (ELEUTÉRIO, 1989):

- Nível Físico: AGVs, Rede de transporte e Sistema de transferência de carga
- Nível de Informação: Sistema de controle do veículo e Sistema de controle de tráfego.

A rede de transporte determina as possíveis trajetórias a serem seguidas pelos AGVs e é constituída pelo sistema de orientação e pelas estações de controle do sistema. Este sistema de controle tem as funções de navegação, pilotagem, controle de direção, pois faz que o veículo mantenha o curso, e controle de bateria, que informa o estado da mesma para o computador central.

Eleutério (1989) explica que os principais sistemas de orientação do AGV podem ser os seguintes:

- a) Guias Indutivas: É feita uma ranhura no piso da instalação, por onde passa um condutor percorrido por uma corrente elétrica, que por sua vez induz um campo elétrico. O AGV possui na sua parte frontal bobinas de direção, onde são induzidas tensões que mantem o veículo simétrico à guia indutiva.
- b) Reflexão Ótica: são colocadas no piso da instalação fitas que refletem sinais óticos. No veículo existe uma fonte de luz de baixa potência que emite um fluxo de luz que é refletido pela fita e captado por sensores.
- c) Laser: nesta aplicação é utilizado um sensor laser fixo no AGV que se orienta através de pontos reflexivos, que são fixados em pontos estratégicos como colunas e paredes.
- d) Magnética: neste caso os sensores detectam faixas magnéticas no piso e é recomendável para áreas de pouco tráfego de empilhadeiras.

Segundo Hammond (1986), um dos grandes ganhos do AGV, além de produtividade e controle, é a segurança, pois este sistema tem uma velocidade contínua programada e é equipado de sensores óticos e ultrassônicos em todos os lados, o que os faz evitar colisões com obstáculos.

O sistema de AGV é a solução ideal para aplicações de Lean Manufacturing que demandam a movimentação de cargas e alimentação constante das linhas de produção. A Figura 5 ilustra um AGV do tipo rebocador, utilizado para transporte de uma grande variedade de vagões sobre rodas.



Figura 5 - AGV rebocador

Fonte: AGVs (2013)

Em resumo, os principais benefícios na utilização de veículos guiados automaticamente, de acordo com Kim e Tanchoco (1999), são:

- Redução dos custos com mão de obra;
- Maior flexibilidade no manuseamento e transporte dos materiais;
- Melhor organização da programação do processo;
- Melhor utilização do espaço disponível;
- Maior segurança dos sistemas;
- Aumento da produção;
- Controle de inventários mais eficaz;
- Melhores condições ambientais e acústicas da fábrica, uma vez que não emite ruídos ou poluentes.

2.5 Identificação por rádio frequência (RFID)

RFID é o termo utilizado para “*Radio Frequency Identification*” que tem por significado identificação por rádio frequência. Esta tecnologia começou a ser estudada e utilizada no desenvolvimento de novas aplicações de rastreamento de produtos na década de 1980 por pesquisadores do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e outros centros de pesquisas, surgindo desses estudos o EPC (*Electronic Product Code*). O EPC definiu uma arquitetura de identificação de produtos que utilizava os recursos proporcionados pelos sinais de radiofrequência, chamada posteriormente de RFID (COELHO, 2010).

A tecnologia RFID utiliza a comunicação sem fio através de ondas de rádio frequência, este sistema permite gravar e ler dados de uma etiqueta ou chip. Uma tecnologia semelhante a utilizada nos códigos de barras, porém salvando dados dentro dos chips e com maior velocidade.

As etiquetas RFID que são conhecidas por “*Tag*” ou “*Transponder*” possuem 3 componentes ilustrados na Figura 6, um processador ou semicondutor (chip), uma antena e em alguns casos uma bateria.



Figura 6 – Transponder, composição da etiqueta RFID.

Fonte: AfixGraf (2011)

Também integrado ao sistema RFID estão os *transceivers* e leitores, os quais emitem frequências de rádio e detectam os *transponders*. A antena possui a função de receber e enviar os sinais de rádio do *transceiver* e leitor, podendo ser encontradas em diversos formatos e tamanhos. O microchip é responsável pelo armazenamento das informações da *Tag*.

Existem três tipos de etiquetas RFID:

- Ativa: Possui bateria de longa duração, qual deve ser trocada após alguns anos e também permitem processos de escrita e leitura;
- Passiva: Não possui bateria e é utilizado apenas para leitura em curtas distancias;
- Semi-Passiva: Utiliza bateria apenas no microchip.

Outro detalhe importante das etiquetas é que estas são fabricadas de acordo com uma classe específica:

- Classe 0: Memória somente para leitura e apenas etiquetas passivas;
- Classe 1: Memória é gravável apenas uma vez, apenas etiquetas passivas;
- Classe 2: Memória re-gravável tanto para leitura e escrita, apenas etiquetas passivas;
- Classe 3: Memória re-gravável tanto para leitura e escrita, apenas etiquetas semi-passivas;
- Classe 4: Memória re-gravável tanto para leitura e escrita, apenas etiquetas ativas.

Conforme ilustrado na Figura 7, na tecnologia RFID as etiquetas eletrônicas são anexas ao item a ser identificado. Estes itens são localizados por ondas de radiofrequência geradas por uma resistência de metal ou carbono que funciona com uma antena. As etiquetas possuem a capacidade de armazenar dados. Transmissores enviam dados às *Tags* que respondem através de ondas de rádio frequência, que serão convertidas pelo sistema receptor em informações como a identificação e localização. Após convertidas pelo *transceiver*, um computador fará a leitura desses dados para poderem ser analisados.

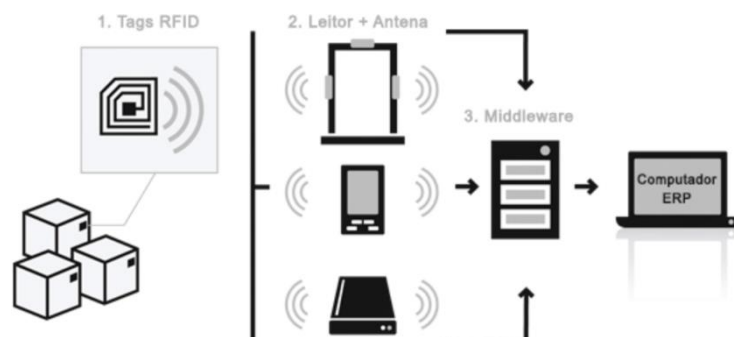


Figura 7 – Esquema ilustrando o sistema RFID.

Fonte: AfixGraf (2011)

A fim de ser padronizado, os sistemas RFID podem trabalhar em LF (*low frequency*), HF (*high frequency*) ou UHF (*ultra-high frequency*). Sistemas que utilizam LF operam entre 30 kHz e 300 kHz, possuem curta distância de leitura e geralmente trabalham com etiquetas passivas. Sistemas que trabalham com HF operam entre 3 MHz e 30 MHz. Sistema de alta frequência fazem leituras de média e longa distância e de alta velocidade, são utilizados principalmente em veículos e na coleta automática de dados. Já os sistemas trabalhando em UHF operam entre 300 MHz e 1 GHz e suas etiquetas possuem longas distancias de leitura. O Quadro 1 faz um resumo a respeito das aplicações de cada faixa de frequência.

Quadro 1 - Aplicações RFID de cada faixa de frequência

Fonte: Os autores (2017)

Tipo	LF	HF	UHF
Faixa de frequências das etiquetas	125 ou 134,2 kHz	13,56 MHz	860 ou 930 MHz
Particularidades	Sofre pequena degradação de sinal na presença de líquidos e metais.	Melhor aproveitamento em alcance do que as LF.	Mais baratas que as LF e HF. Permite a leitura de múltiplas etiquetas ao mesmo tempo.
Fonte de energia	Acoplamento magnético (campo próximo)	Acoplamento magnético (campo próximo)	Acoplamento eletromagnético (campo distante)
Aplicações típicas	Controle de acesso, identificação de animais.	Controle de acesso, controle de pagamento, identificação de objetos.	Identificação de pallets e caixas de equipamento.
Leitura múltipla	Lenta	Média	Rápida

A tecnologia RFID vem sendo muito utilizada nas indústrias devido sua tecnologia de ondas de rádio frequência, a qual realiza a leitura das informações contidas nas *Tags* de forma automática e com agilidade em qualquer material que seja instalado, e sem a necessidade de contato visual.

Entre algumas vantagens do RFID, pode-se citar a principal como sendo o fato desta tecnologia não necessitar de fios, eliminando uma série de custos envolvendo cabeamentos. Também deve ser notado a capacidade de armazenamento de dados que seus chips possuem, o que possibilita gravar informações, desde o histórico para *backup*, até configurações particulares do item, no qual foi fixada a etiqueta.

Conforme Coelho (2010) informa, a necessidade de se obter informações de produtos em movimento, a utilização destes itens em ambientes insalubres e o controle de fluxo de produtos por toda a cadeia de suprimentos de uma empresa incentivou a utilização do sistema RFID em processos produtivos.

3 METODOLOGIA

A metodologia é constituída pelo conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados pelo investigador para alcançar os seus objetivos. A escolha da abordagem da pesquisa deve estar atrelada aos objetivos e, sobretudo, à natureza do problema de pesquisa em questão (SAUNDERS; LEWIS; THORNHILL, 2012).

A metodologia vai além da descrição dos procedimentos, como métodos e técnicas a serem utilizados na pesquisa, indicando a escolha teórica realizada pelo pesquisador para abordar o objeto de estudo (MINAYO, 2001).

Neste capítulo, aborda-se dentro do âmbito dos objetivos do trabalho as considerações metodológicas utilizadas, buscando-se justificar os procedimentos adotados.

3.1 Descrição da Metodologia

O projeto de pesquisa desenvolveu-se em cinco etapas, como pode ser observado na Figura 8. Na primeira etapa foram realizadas revisões da literatura, procurando abordar os principais temas relacionados ao objeto de estudo: Lean Manufacturing, Kaizen, método A3, veículo guiado automaticamente (AGV), identificação por rádio frequência (RFID).

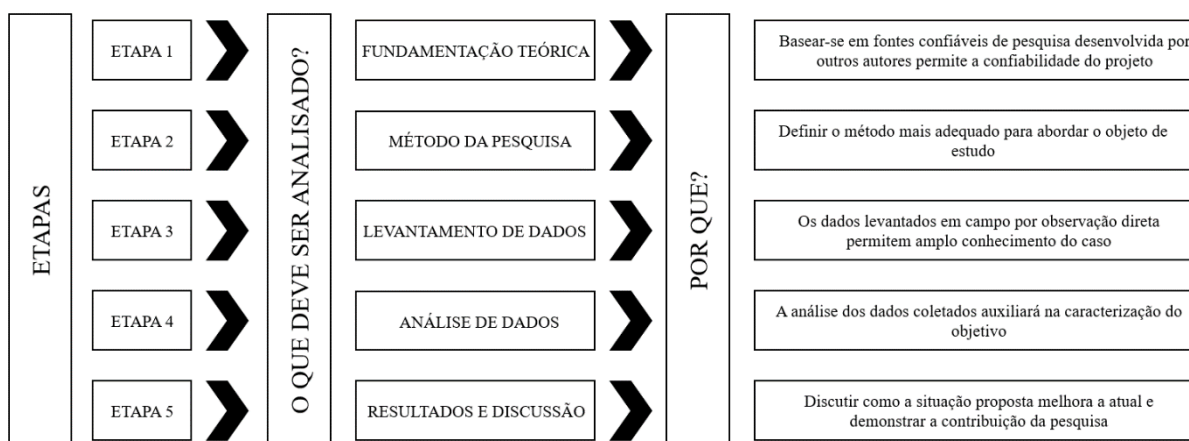


Figura 8 - Etapas da pesquisa

Fonte: Adaptado de Rocha (2012)

Concluídos os estudos referentes a revisão da literatura, prosseguiu-se o trabalho para a segunda etapa, definição do método de pesquisa. O método escolhido foi o estudo de caso, já que este trabalho se vale da observação de um ambiente e abordará um caso específico em um

processo na linha de montagem de uma indústria automotiva, localizada na região industrial da cidade de São José dos Pinhais, PR.

A realização de visitas técnicas na planta da indústria para levantamento de dados caracterizou a terceira etapa da pesquisa. A observação direta permitiu uma visão geral dos processos e a retirada de dados que agregaram informações imprescindíveis ao trabalho. Também foram realizadas reuniões com o engenheiro responsável pelo projeto na empresa, que forneceu mais dados a respeito do processo.

Em seguida, iniciou-se a quarta etapa da pesquisa, denominada de análise de dados. Por meio da análise dos dados foi possível determinar os objetivos visados para esta pesquisa.

A última etapa da pesquisa, resultados e discussão, caracterizou-se por discutir as vantagens da proposta de um novo processo comparado ao atual. Assim como demonstrar as contribuições da pesquisa.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Em concordância com a proposta de classificação da pesquisa compilada por Silva e Menezes (2005), segundo a natureza do problema abordado esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, cujo objetivo é gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

Para início da pesquisa realizou-se uma busca por referências bibliográficas. A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto (FONSECA, 2002).

Sobre o aspecto de abordagem do problema, o método utilizado será o quantitativo, que segundo Pessoa (2005) é um estudo de abordagem baseada em dados numéricos, objetivos e de mensuração, quando há comparações utilizando a técnica de análises.

Sob o ponto de vista dos objetivos, a pesquisa apresentada caracteriza-se como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema e torná-lo explícito ou construir hipóteses, envolve pesquisa e levantamento bibliográfico através de livros e artigos científicos (GIL, 2007).

Esta pesquisa tem forma de estudo de caso, pois envolve o estudo profundo de um tema, de maneira que se permita seu amplo e profundo conhecimento (SILVA; MENEZES, 2005).

3.3 Justificativa da Metodologia

De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar, como um processo permanentemente inacabado. Ela se processa através de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo subsídios para uma intervenção no real. Para se desenvolver uma pesquisa, é indispensável selecionar o método de pesquisa a utilizar.

O presente trabalho tem como focos a eliminação de desperdício na indústria estudada e também a aplicação de um sistema RFID, procurando aumentar a eficiência do transporte de peças na linha de montagem. A metodologia do Lean Manufacturing, focando principalmente no Kaizen, procura a melhoria contínua dos processos de produção. Por esses ideais, a metodologia Kaizen se demonstrou ser uma ótima referência para este trabalho.

O desperdício é um problema recorrente nos processos de produção, gerando custos elevados às empresas quando mal administrados, por este motivo pesquisas para eliminação de desperdícios são sempre necessárias. O Kaizen traz as principais ferramentas quando se busca eliminar desperdícios dentro de um processo de produção. O histórico de aplicações com resultados positivos do Kaizen na indústria de automóveis é outro fator que comprova a adequação desta metodologia para este projeto.

3.4 Produtos do Projeto

Deste trabalho foi gerado em estudo que auxiliará o processo de produção na linha de montagem de uma indústria automobilística. Toda pesquisa gerada neste trabalho será utilizada como fornecimento de conhecimento e base de dados para o processo em questão. Também com este estudo de caso procura-se melhorar o processo de produção, no sentido de eliminar desperdícios e, assim, reduzir custos.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será apresentado o relato de estudo de caso. Inicia-se pela caracterização da situação atual (seção 4.1), apresentando os dados obtidos pela observação direta do ambiente em estudo, e segue com a situação proposta (seção 4.2) onde será apresentado o plano de melhoria.

4.1 Situação atual

Atualmente a empresa Alfa tem implantado um sistema de AGV para realizar o transporte de materiais entre a região de estoque de peças e a linha de montagem dos automóveis. Na região de estoque a empresa Alfa possui linhas de preparação dos carros kit, chamadas de *kitting*. O presente estudo tem foco no *kitting* PO4, que abastece a linha de montagem de portas, pois é área onde será feita a primeira instalação do projeto de melhoria.

Os AGVs chegam ao *kitting* PO4 transportando dois carros kit vazios. No posto inicial do *kitting* PO4, um operador fica responsável por recolher as cartas d'aille da impressora, colocá-las na mesma sequência de impressão em um suporte de folhas, em seguida anexar uma carta d'aille a cada carro kit e, posteriormente, encaminhar o carro kit no trilho da linha de preparação.

Ao longo deste trilho, em formato de U, seis operadores são responsáveis por carregarem os carros kit, sendo o segundo posto encarregado pelas peças da porta dianteira direita (PDD), o terceiro posto pelas peças da porta dianteira esquerda (PDE), em seguida dois postos para peças de levantadores de vidro, vidros e retrovisores (C1 e C2). No sexto posto estão as peças da porta traseira esquerda (PTE) e no sétimo posto as peças da porta traseira direita (PTD), conforme *layout* ilustrado na Figura 9. Os operadores identificam as peças corretas para montagem através de luzes indicadoras que acendem nas prateleiras, à medida que chega um novo carro kit. Na última etapa o carro kit carregado retorna ao posto inicial, onde o mesmo operador posiciona dois carros kit para serem levados por um AGV.

A Figura 10 mostra uma foto da região do *kitting* PO4, indicando a localização da impressora, do carro kit em curso de preparação e a lixeira onde se faz o descarte das cartas d'aille.

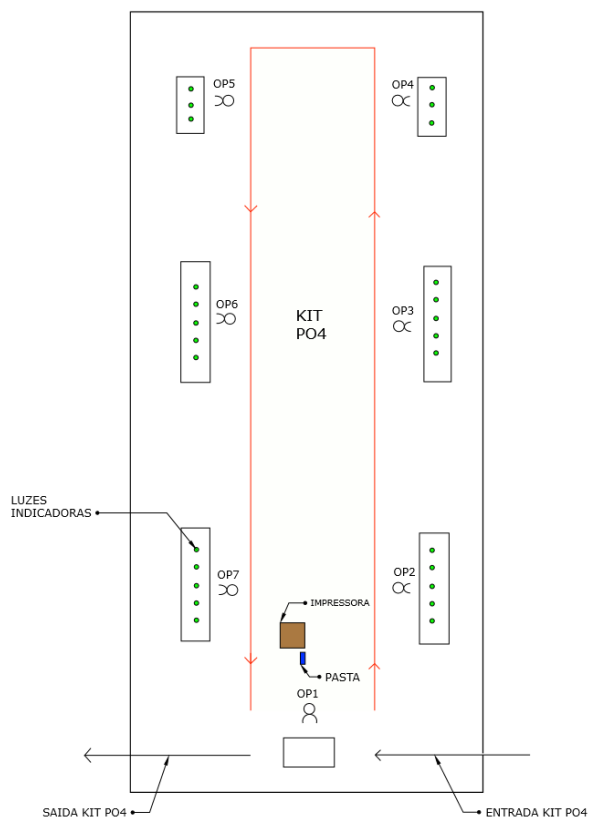


Figura 9 - Layout do *kitting* na situação atual
Fonte: Os autores (2017)



Figura 10 - Foto do kitting PO4
Fonte: Os autores (2017)

Os AGVs fazem o transporte de dois carros kit até a linha de montagem, onde as peças serão montadas nas portas dos veículos. Posteriormente, AGVs retornam ao *kitting* PO4 com os carros kit vazios para que se inicie um novo ciclo. Neste retorno o operador retira e descarta a carta d'aille antiga. É importante observar que a função da carta d'aille é de backup de informação a respeito das peças que o seu respectivo carro kit deve carregar, sendo utilizada apenas no caso de uma eventual falha nas luzes indicadoras do *kitting* ou no caso de necessidade de confirmar as peças do kit.

A Figura 11 é uma foto do carro kit vazio, indicando a localização de fixação da carta d'aille.



Figura 11 - Carro kit com carta d'aille

Fonte: Os autores (2017)

A partir de informações fornecidas pela empresa Alfa, foi possível levantar o custo da utilização das cartas d'aille, que é composto basicamente pela impressão de folhas A4. As folhas, as impressoras, o serviço de manutenção e as impressões são fornecidas por uma empresa terceirizada, que cobra um preço final de R\$0,13 por cada impressão preto e branco.

A empresa Alfa funciona em três turnos de trabalho com 8 horas de duração cada, onde os funcionários da fábrica possuem um tempo total de intervalo de 1 hora e 15 minutos, resultando em um tempo útil de trabalho de 6 horas e 45 minutos. Através de entrevista com o engenheiro de processos responsável, foi retirado o dado de que é impressa uma folha a cada 54 segundos no *kitting* PO4. Foram feitas medições com cronômetro para confirmar este tempo. Com essas informações realizou-se o cálculo demonstrado abaixo, que totaliza um custo anual de R\$ 46.332,00 apenas para o *kitting* PO4:

- Definiu-se 22 dias úteis por mês.
- A indústria trabalha em 3 turnos por dia.
- Cada turno tem 6:45 (24.300 segundos) úteis de trabalho.
- Cada carta d'aille é impressa a cada 54 segundos.
- Cada carta impressa custa R\$ 0,13

$$\text{Custo anual} = \frac{24300}{54} \text{ folhas} * 3 \text{ turnos} * 22 \text{ dias} * 12 \text{ meses} * R\$0,13 = R\$ 46.332,00$$

Através da observação direta do ambiente em estudo, foram identificados alguns problemas nos processos e outros que são possíveis de ocorrer. O Quadro 2 lista estes problemas, indicando também as suas consequências.

Quadro 2 - Problemas e suas consequências na situação atual

Fonte: Os autores (2017)

Problema	Consequência
Possível falha do operador ao colocar a carta d'aille em ordem diferente do sequenciamento dentro do suporte de folhas	Carro kit irá carregar uma carta d'aille não correspondente ao kit de peças
Possível falha da impressora	Carros kit ficarão sem carta d'aille
Possível desprendimento da carta d'aille do carro kit	Carros kit ficarão sem carta d'aille

Grande volume de lixo devido às cartas já utilizadas	Maior impacto ambiental
Perda do backup quando a folha é descartada	Perda de informação a respeito dos carros kit que já foram montados

A fim de se obter uma compreensão mais profunda do problema, das oportunidades e das novas ideias sobre como atacar os problemas, utilizou-se do método A3. Dessa forma montou-se o relatório a seguir, que pode ser melhor visualizado no Apêndice A.

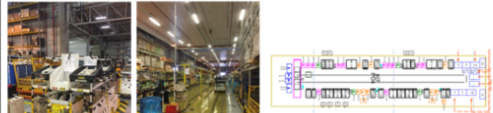
Título: Eliminação da carta d'aille Relatório A3 - TCC 2 CAIO E EDUARDO

1. Contexto

Cada carro kit porta uma folha de papel A4, chamada de "carta d'aille", onde são escritas as instruções para montagem do kit de peças para cada modelo de veículo. Como a carta é utilizada apenas para backup de informação momentâneo, observou-se um cenário de desperdício, pois uma grande quantidade de folhas de papel é descartada diariamente, situação esta que gera custos e não agrega valor ao produto final.

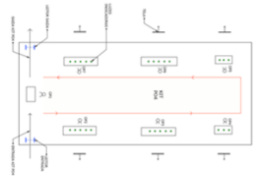
2. Estado atual

No momento os carros kit utilizam estas folhas como backup da informação a respeito das peças que eles transportam. As cartas d'aille são fixadas nos carros kit no momento em que chegam ao kitting PO4 e, antes de se fixar uma nova carta d'aille, as antigas são removidas e jogadas no lixo. AGVs fazem o transporte dos carros kit até a linha de montagem. O custo atual por mês com as folhas apenas no kitting PO4 de peças das portas é de R\$ 3.818,00 mensal.



5. Contramedidas propostas

A recomendação neste trabalho é que seja eliminado o uso das cartas d'aille e seja instalado um sistema RFID, o qual fará a mesma função das cartas em papel, além de fornecer uma gama de benefícios.



6. Plano de ação

Etapa 1: Demonstrar através	Etapa 2: Definir o sistema	Etapa 3: Demonstrar	Etapa 4: Obter aprovação da
--------------------------------	-------------------------------	------------------------	--------------------------------

Figura 12 - Relatório A3

Fonte: Os autores (2017)

4.2 Situação proposta

Como proposta de estado futuro, tem-se a substituição da carta d'aille pelo sistema de identificação e localização RFID. Através de análises de layout e baseado no referencial teórico, foram determinadas novas operações referentes às ações de consulta das informações ligadas aos carros kit.

Basicamente as alterações consistirão na aplicação de etiquetas RFID em cada carro kit. A etiqueta recomendada é semi-passiva com faixa de frequência UHF e classe 3, esta definição se deu de acordo com análise do layout e as necessidades do sistema em estudo. Também deve ser feita a instalação de antenas na região do *kitting* e na linha de montagem e, de um servidor para armazenamento e gerenciamento dos dados lidos e gravados nas etiquetas. Tendo o *kitting* PO4 como objeto de estudo, foi proposta a situação descrita a seguir.

Os AGVs chegarão ao *kitting* PO4 transportando dois carros kit vazios. Ao entrar na região do *kitting*, o carro kit passará por um leitor, o qual irá identificar o número do carro kit, lendo os dados contidos na etiqueta, em seguida armazenará estes dados no servidor e então gravará novas informações, referente ao kit de peças que será montado, nesta mesma etiqueta. Dessa forma, o operador do posto inicial será responsável nesta etapa apenas por encaminhar os carros kit no trilho da linha de preparação do kit de peças.

Ao longo do trilho, os operadores irão preparar o carro kit da mesma maneira da situação atual, carregando as peças conforme as luzes indicadoras. Porém, na situação proposta, as informações da carta d'aille serão dispostas em televisores instalados em cada posto. As informações gravadas nas etiquetas dos carros kit serão apresentadas nestes televisores, sendo a apresentação das informações atualizadas à medida que os carros kit passam pelo leitor e completam o percurso da linha de preparação.

No início da linha de montagem de portas, a proposta será instalar outro leitor, o qual identificará o carro kit entrando na linha e enviará seus dados para serem apresentados nos televisores, que serão instalados ao longo desta linha. Completado este percurso o carro kit retornará ao *kitting* PO4, iniciando um novo ciclo. Também serão instaladas antenas em regiões específicas, as quais serão responsáveis por identificar a localização de cada carro kit e possuirão raio de alcance de 100 metros no mínimo. A Figura 14 mostra o *layout* geral, com

as modificações propostas na linha de montagem e a rota dos AGV que abastecem a linha PO4.

Para melhor explicar as alterações propostas, foi criado um novo layout do *kitting* PO4, que pode ser visualizado na Figura 13.

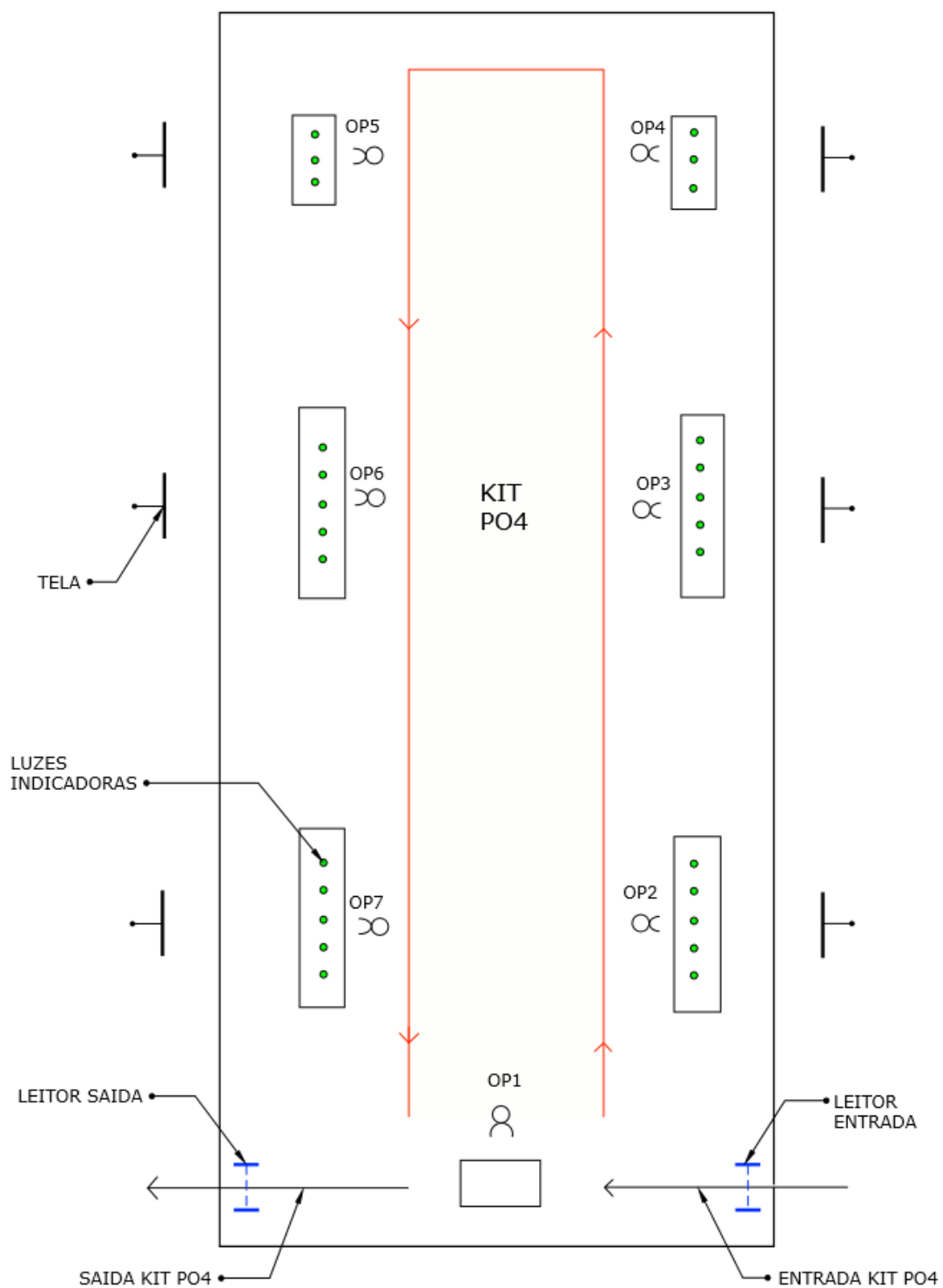


Figura 13 - Layout do *kitting* na situação proposta
Fonte: Os autores (2017)

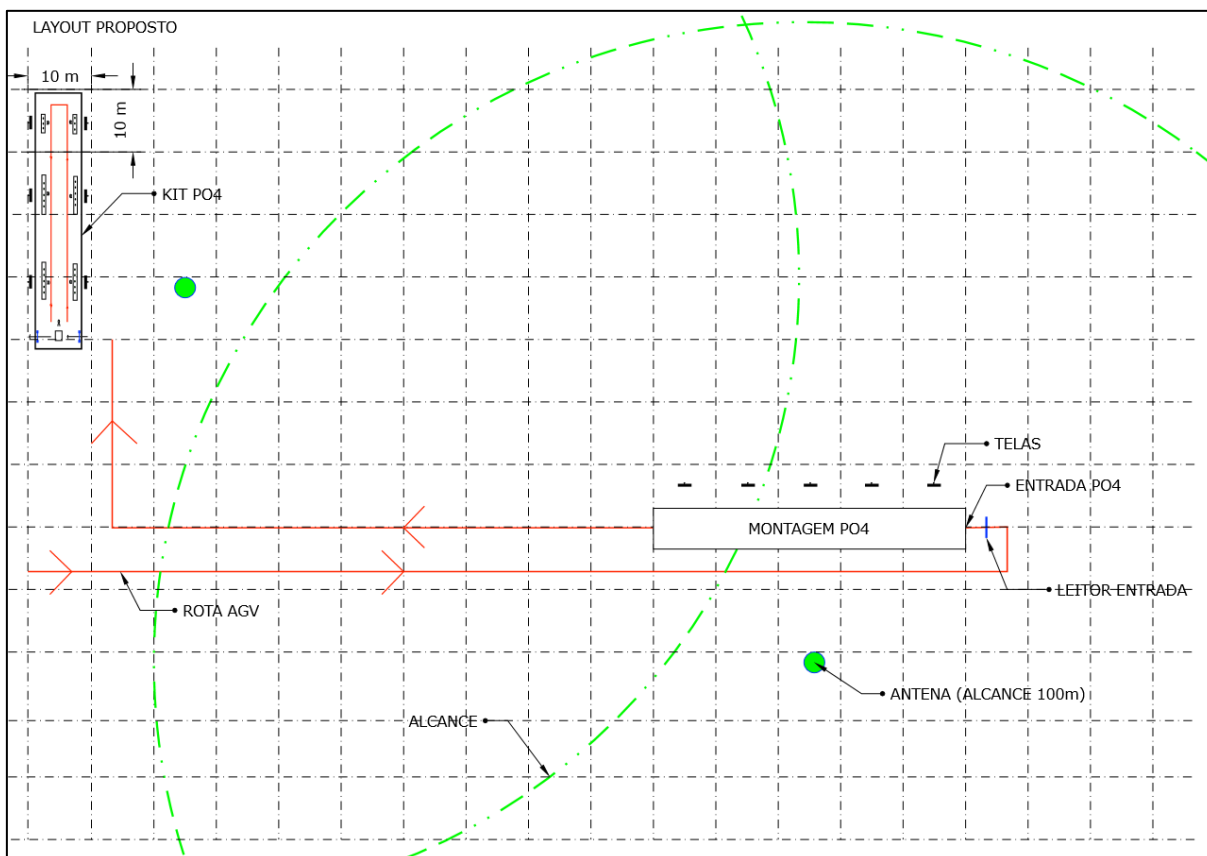


Figura 14 - Layout geral e rota do AGV

Fonte: Os autores (2017)

Em resumo, a recomendação da situação proposta por este trabalho é que seja substituído o método de apresentação das informações, antes constituído pelas cartas d'aille, por um sistema eletrônico composto pela tecnologia RFID e televisores, o qual fará a mesma função de backup das folhas, além de fornecer uma gama de novos benefícios.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão analisados e discutidos os dados levantados no estudo de caso, relacionando os objetivos deste trabalho com os resultados da análise. Em seguida, apresentará o comparativo entre a situação atual e situação proposta.

A realização da coleta de dados, se procedeu por observação direta dos processos produtivos da empresa Alfa. Também foram efetuadas entrevistas individuais informais com os funcionários envolvidos nos processos, o que possibilitou um conhecimento mais profundo a respeito do tema.

Pela análise da situação atual, foi possível identificar um cenário de desperdício, devido ao descarte diário de uma grande quantidade de folhas de papel, usadas para a impressão das cartas d'aille. Este cenário motivou a proposta de melhoria do presente trabalho, que consiste na substituição da carta d'aille por um sistema RFID para identificação dos carros kit.

A fim de aplicar a modificação proposta é necessário realizar investimento em equipamentos eletrônicos, como televisores, antenas RFID, *middleware* e coletores portáteis. A Tabela 1 lista estes componentes e também suas quantidades e valores. Vale ressaltar que os valores contidos na Tabela 1 são estimativas, sendo considerados para efeito de orçamento de projeto.

Tabela 1 - Investimento sistema RFID

Fonte: Os autores (2017)

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Televisor	24	R\$ 2.000,00	R\$ 48.000,00
Antena RFID	24	R\$ 2.091,00	R\$ 50.184,00
Middleware	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Coletores portáteis	8	R\$ 4.140,00	R\$ 33.120,00
Custo integração	1	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00
Etiquetas	560	R\$ 29,25	R\$ 16.380,00

Considerando a hipótese de implementação das propostas descritas, coletou-se informações com profissionais da área de engenharia em relação a tempo de operações e volume de folhas utilizadas. Também foram levantados os custos de cada folha com a empresa terceirizada responsável pela impressão das cartas. Os dados obtidos utilizados no cálculo de retorno financeiro são listados abaixo:

- Gasto média mensal com a impressão das cartas d'aille em toda a indústria R\$21.284,12
- Custo de implementação da proposta em toda a indústria fixado em R\$ 222.654,00
- Custo de implementação da proposta apenas no kitting PO4 e linha de montagem de portas fixado em R\$ 96.909,00
- Definiu-se 22 dias úteis por mês.
- A indústria trabalha em 3 turnos por dia.
- Cada turno tem 6:45 (24.300 segundos) úteis de trabalho.
- Cada carta d'aille é impressa a cada 54 segundos.
- Cada carta impressa custa R\$ 0,13

Adotando siglas para os dados fornecidos, o custo mensal com a impressão das cartas d'aille apenas no kitting PO4 (CP04) é calculado da seguinte maneira:

- Tempo de trabalho (T): 22 (dias) * 3 (turnos) * 24.300 (segundos) = 1.603.800 segundos/mês
- Quantidade folhas impressas (QF): 1.603.800 / 54 = 29.700 unidades/mês
- Custo com folhas (CF): 29.700 * 0,13 = R\$ 3.861,00 / mês

Para analisar o retorno financeiro, usou-se o método *payback*. Assim, o retorno financeiro (RF) de implantação, quando considerado apenas o *kitting* PO4 e linha de montagem de portas, é calculado:

$$RF = \frac{\text{Investimento}}{CF} = \frac{R\$ 96.909,00}{R\$ 3.861,00} = 25,1 \text{ meses} \sim 26 \text{ meses}$$

Como posteriormente o sistema RFID será implantado em todas as áreas da indústria,

foi feito um levantamento, junto aos analistas da empresa, do custo da utilização de cartas d'aille em todas as linhas da indústria, que totaliza R\$ 222.654,00. Assim, realizou-se o seguinte cálculo do retorno financeiro (RF):

$$RF = \frac{\textit{Investimento}}{\textit{CF}} = \frac{R\$ 222.654,00}{R\$ 21.284,12} = 10,46 \textit{ meses} \sim 11 \textit{ meses}$$

A aplicação da proposta apenas no kitting PO4 e linha de montagem de portas possui um retorno financeiro não plausível, porém o *payback* se demonstra viável quando a implantação do sistema ocorre em toda a indústria, pois neste caso o investimento será recuperado em aproximadamente onze meses. Isto ocorre devido ao maior consumo de cartas d'aille e, conseqüentemente, maior custo.

Além da redução de custos descrita acima, a situação proposta apresentará melhorias em relação aos problemas identificados no estudo de caso, listados no Quadro 1. Os possíveis problemas que poderiam ocorrer, ligados ao manuseio e utilização da carta d'aille, serão eliminados, visto que se fará a exclusão destas.

Quanto ao *backup* de dados, o sistema RFID da situação proposta, apresentará maior confiabilidade de informações, devido à capacidade de armazenamento, leitura e envio dos dados para etiquetas ativas. Dessa forma, o *backup* de informações de cada carro kit será automaticamente salvo no servidor do sistema, ao contrário da situação atual, onde o *backup* das cartas d'aille é descartado.

Outro benefício da situação proposta está relacionado à sustentabilidade praticada na empresa, graças à considerável diminuição do consumo de folhas de papel. O principal impacto ambiental associado à fabricação do papel é a derrubada de árvores para a extração da celulose, resultando na devastação de florestas. À vista disso, a empresa estará mais empenhada a atingir resultados positivos a favor do ambiente, unindo desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apresentado neste trabalho, a aplicação da metodologia da melhoria contínua “Kaizen”, especificamente na eliminação dos desperdícios, é uma medida a ser tomada no problema identificado neste estudo. Conforme resultados demonstrados pela literatura e o amplo conhecimento de aplicação que vem por trás do método da manufatura enxuta, a aplicação do Kaizen se demonstra uma eficiente medida quando se procura eliminar desperdícios na linha de produção. Outro fator importante é o histórico de utilização que esta metodologia já possui, sendo aplicada nas maiores e mais respeitadas indústrias do mundo.

O sistema RFID é um sistema atual de localização e identificação, o qual apresenta as soluções propostas à substituição do atual modo de identificação das peças dos carros kit. Entre as melhorias que podem ser obtidas com o sistema de identificação por rádio frequência estão a localização constante dos carros kit, a identificação automática dos carros kit, a agilidade na transferência de dados, identificação de peças e disposição destas informações em televisores.

A utilização de sistemas eletrônicos de identificação e localização é uma tecnologia moderna e que requer investimento, porém, na aplicação do presente projeto este sistema se demonstra viável devido às melhorias decorrentes da sua utilização, resultando também em redução de custos. Portanto, dada a economia no consumo de folhas de papel e dos serviços de impressão, o projeto terá um *payback* do investimento em aproximadamente 11 meses, no caso de ser aplicado em toda a fábrica.

Conclui-se que este projeto apresenta um referencial teórico que servirá de base para a implementação das novas melhorias na linha de montagem. A eliminação do desperdício das folhas das “cartas d’aille” e a implementação do sistema RFID para localização e identificação dos carros kit e AGVs se demonstra uma melhoria a ser aplicada. Os efeitos gerados por estas mudanças podem ir de redução de custos, melhor controle da linha de montagem e aumentos na eficiência da produção.

REFERÊNCIAS

AFIXGRAF. **RFID: Soluções para Identificação Automática de Dados**. 2011. Disponível em: <<http://www.afixgraf.com.br/rfid>>. Acessado em 22/05/2017.

AGVS. **AGVs Moving Forward**. 2013. Disponível em: <<http://www.agvs.com.br/index.html>>. Acessado em 21/10/2017.

ARAUJO, C. A. C.; RENTES, A. F. **A Metodologia Kaizen na Condução de Processos de Mudança em Sistemas de Produção Enxuta**. Revista Gestão Industrial – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – v.02, n.02, p.133-142, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acessado em 13 de maio de 2017.

ATLEE, J. **Selecting safer building products in practice**. Journal of Cleaner Production, v. 19, p. 459 e 463, 2011.

CALARGE, F. C.; SATOLO, E. G.; PEREIRA, F. H. **Avaliação de implementação do Lean Production baseada na norma SAE J4000: uma análise em empresas do setor automotivo de Brasil e Espanha**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29, 2009. Salvador. Anais... Salvador, 2009.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

COELHO, L. C. **RFID e seus impactos na logística**. Publicado em Gestão da Cadeia de Suprimentos, disponível em www.logisticadescomplicada.com, 2010.

DOXSEY J. R.; de RIZ, J. **Metodologia da pesquisa científica**. ESAB- Escola Superior Aberta do Brasil, 2002-2003. Apostila

ELEUTÉRIO, M. A.; **Sistema de Controle para Veículo Auto-Guiado por Fita Refletiva**, Dissertação de Mestrado, Curitiba, CEFET-PR, 1989.

FERREIRA, E.D.; PASKULIN, F.A., **AGVS (Sistemas Autônomos de Transporte), uma Opção para a Racionalização do Fluxo de Material e seu Potencial Aplicativo**. 9º Seminário de Comando Numérico e Automatização Industrial, SOBRACOM. 1990.

FRANCISCO, B. R.; HATAKEYAMA, K. **Diagnóstico sobre a Aplicação do Método de Produção Enxuta no Ramo Madeireiro**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO 2008.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FURINI, G.; SAURIN, T. A. **Proposta de um método de análise da cultura Lean em uma empresa que está implantando práticas do sistema de produção enxuta**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2008. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2008.

GHOSH, M.; SOBEK, D.; **Effective meta routines for organizational problem solving**. Mechanical and Industrial Engineering Department, Bozeman, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HAMMOND, L. **AGVs at work**. IFS Publications Ltd., UK. 1986.

HAMMOND, G. **Evolutionary AGVS – from Concept to Present Reality**. Springer-Verlag. 1987

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.

JIMMERSON, C.; WEBER, D.; SOBEK, D. K. **Reducing waste and errors: piloting Lean principles at Intermountain Healthcare**. Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety, 2005.

KIM C. W; TANCHOCO, J. M. A. **AGV dispatching based on workload balancing**. 1999.

LARAIA, A. C.; MOODY, P. E.; HAL, R.W. **Kaizen Blitz: Processo para o Alcance da Melhoria Contínua nas Organizações**. São Paulo: Leopardo, 2009.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean**. 1 ed. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.

LOUZADA, Fernando Mazzilli. **Tempo e trabalho**. Estudos de Psicologia. 9 (2), 389-390. 2004.

MACEDO, M. A.; RAMOS, M. d. C. P. **Educação ambiental e resíduos sólidos urbanos: Caminho para um futuro sustentável**. EduSer-Revista de educação, v. 7, n. 2, 2016.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MÜLLER, T. **AGVS in Europe – Current Techniques and Future Trends**. Pringer-Verlag. 1987

MÜLLER, T. **Automated Guided Vehicles**. IFS (Publications) Ltd./Springer-Verlag, UK/Berlin. 1983

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção, do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PESSOA, S.; **Dissertação não é bicho papão: desmitificando monografias, teses e escritos acadêmicos**. P568d, 86 p, Rocco: Rio de Janeiro, 2005.

ROCHA, R. U. G. d. **Fluxo da informação no sistema de rastreabilidade em uma empresa do segmento eletrônico**. 2012.

ROMÃO, A. C. S.; MOURA, R. A. A. **Análise do Setor de Montagem de Calhas de uma Fábrica de Peças para Indústria Ferroviária sob a Ótica do Kaizen: Um Estudo de caso**. Revista de Logística da Fatec, Carapicuíba, n.1, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2003.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. **Research methods for business students**. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2012.

SEURING, J.; SARKIS, J.; MULLER, M.; RAO, P. **Sustainability and supply chain management – an introduction to special issue**. Journal of Cleaner Production, v. 16, p. 1545-1551, 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHOOK, J. **Gerenciando para o aprendizado: Usando o processo de gestão A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.; **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação - 4ª edição atualizada e revisada**. UFSC p. 138, Florianópolis, 2005.

SILVA, G. M. P.; HORNBERG, S.; TUBINO, D. F.; ROMING, M.; ANDRADE, G. J. P. O. **Manufatura Enxuta, Gemba Kaizen e TRF: Uma Aplicação Prática no Setor Têxtil**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO 2008.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOBEK, D. K.; JIMMERSON, C. **A3 Reports: tool for process improvement**. Proceedings of the Industrial Engineering Research Conference, Houston, 2004.

SOBRE ADMINISTRAÇÃO. **O Ciclo PDCA e a melhoria contínua**. 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>>.

Acessado em 13/05/2017.

WEBB, J. K. **Industrial Control Eletronics**. Maxwell Macmillan International Editions, 1992.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4ª Edição. Rio de Janeiro, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

APÊNDICE A – RELATÓRIO A3

Relatório A3 - TCC 2 CAIO E EDUARDO




Título: Eliminação da carta d'aille

1. Contexto

Cada carro kit porta uma folha de papel A4, chamada de "carta d'aille", onde são escritas as instruções para montagem do kit de peças para cada modelo de veículo. Como a carta é utilizada apenas para backup de informação momentâneo, observou-se um cenário de desperdício, pois uma grande quantidade de folhas de papel é descartada diariamente, situação esta que gera custos e não agrega valor ao produto final.

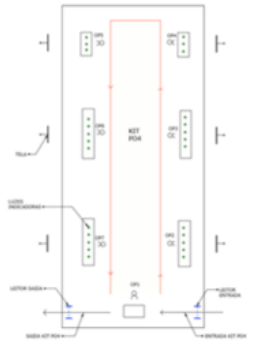
2. Estado atual

No momento os carros kit utilizam estas folhas como backup da informação a respeito das peças que eles transportam. As cartas d'aille são fixadas nos carros kit no momento em que chegam ao kitting PO4 e, antes de se fixar uma nova carta d'aille, as antigas são removidas e jogadas no lixo. AGVs fazem o transporte dos carros kit até a linha de montagem. O custo atual por mês com as folhas apenas no kitting PO4 de peças das portas é de R\$ 3.818,00 mensal.

5. Contramedidas propostas

A recomendação neste trabalho é que seja eliminado o uso das cartas d'aille e seja instalado um sistema RFID, o qual fará a mesma função das cartas em papel, além de fornecer uma gama de benefícios.



6. Plano de ação

Etapa 1:
Demonstrar através

Etapa 2:
Definir o sistema

Etapa 3:
Demonstrar

Etapa 4:
Obter aprovação