

ANÁLISE DO IMPACTO DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA MELHORIA CONTÍNUA EM UMA EMPRESA DE AUTOMAÇÃO, POR MEIO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

Laryssa Menegazzo Soares Antunes (UFSC) laryssamenegazzo@hotmail.com

Fernando Antônio Forcellini (UFSC) forcellini@gmail.com

Valnei Carlos Denardim (UNISUL) vdendardim@yahoo.com.br

Resumo:

Diante da atual conjuntura do mercado, as empresas procuram estratégias de melhoria para sobreviver a este mercado competitivo. O presente trabalho apresenta a importância da implantação de ferramentas de melhoria contínua em uma empresa de Automação Industrial. Iniciando com treinamentos dos principais conceitos e ferramentas para a disseminação da cultura de melhoria contínua tendo como principal foco a resolução de problemas encontrados na montagem da cabeça de corte no setor da mecânica, que vem dispondo de tempo excessivamente alto dos técnicos para a conferência das OP's (ordem de produção) na linha de montagem. Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se pesquisas caracterizadas como sendo descritiva, bibliográfica e documental. As abordagens utilizadas foram a qualitativa e quantitativa. Por fim foi identificado que dentre as várias ferramentas que o sistema *Lean* fornece, a implantação de dispositivos tipo *Poka Yoke* foi a mais adequada para a resolução dos problemas enfrentados pelo setor da mecânica.

Palavras chave: *Poka Yoke*. Ordem de produção. Treinamento.

Analysis of the impact of the process of implementation of continuous improvement in an automation company, by production management tools

Abstract

Given the current market environment, companies should look for improvement strategies to survive in this competitive market. The present work is a continuous improvement tool in an Industrial Automation company. With the help of the main concepts and tools for the dissemination of cutting culture, the process of evaluation of free time is better than that of the mechanics class. (production order) on the assembly line. For the development of the work we used research characterized as being descriptive, bibliographical and documentary. As the approaches used were a qualitative and quantitative. Please note that Lean system tools provide a tier type application.

Key-words: *Poka Yoke*. Production Orders. Training.

1. Introdução

Atualmente, as empresas encontram-se em um mercado extremamente competitivo, onde as exigências estão cada vez maiores, a razão para esta competitividade está na globalização que vem ocorrendo nos últimos anos e traz um maior desafio as empresas para sobreviver. Diante dessa questão as empresas têm concentrado seus esforços na absorção de novas estratégias para

aumentar sua posição competitiva (JUNG; WANG; WU, 2009).

Dentre as estratégias que as organizações estão buscando para sobreviver ao mercado competitivo, encontra-se a implantação de projetos de melhoria contínua. A melhoria contínua está diretamente relacionada à redução de desperdícios através da eliminação de atividades que não agregam valor ao produto (WOMACK; JONES, 1998). A implantação da filosofia *Lean* é uma forma de se buscar a melhoria contínua. O sucesso da melhoria contínua está na participação de grupos de pessoas que buscam otimizar seus processos através da implantação de ferramentas, tornando o seu trabalho mais produtivo.

Graban (2013) afirma que ao invés de reduzir gastos eliminando os funcionários, a melhoria contínua proporciona redução de custo, através de melhorias feitas nos recursos já existentes. Assim as empresas estarão tendo um diferencial competitivo.

Diante dessa visão, o presente trabalho demonstra como projetos de melhoria contínua podem auxiliar na melhoria dos processos, por meio da implantação da filosofia enxuta (*Lean*) dentro das unidades de uma empresa de Automação Industrial, utilizando treinamentos na disseminação da cultura de melhoria contínua propondo ferramentas básicas de gestão de processos, para tornar o ambiente de trabalho mais produtivo e a empresa mais competitiva.

A empresa vem registrando diversas reclamações dos técnicos no setor de montagem da cabeça de corte, em função do modo como as peças são transportadas até a linha de montagem, causando muitas vezes avaria nas peças. Além disso, as ordens de produção são entregues aos técnicos para a conferência e separação das peças. A falta de peças para a montagem do subconjunto só é percebida no momento em que é realizada a conferência dessas OP's. O tempo para a execução dessa tarefa é muito alto desperdiçando muito tempo dos técnicos na linha de montagem.

Diante dessa situação, o presente artigo tem como objetivo analisar o impacto da implementação de um sistema de melhoria contínua, através de ferramentas de gestão, cujo objetivo é reduzir o desperdício na linha de montagem da cabeça de corte.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Melhoria Contínua

De acordo com Rotondaro (2002), a palavra *Kaizen* está ligada à uma expressão japonesa, que resulta na fusão dos termos Kai, que significa “mudança”, e zen, que significa “melhor”. E, portanto, simboliza a filosofia de que com o mundo atual, onde a concorrência está cada vez maior, as organizações devem estar inseridas num processo contínuo de melhorias graduais.

O objetivo do *Kaizen* é a busca contínua de pequenas melhorias, onde no final o acumulo dessas melhorias rendem à empresa o aumento da competitividade. Essas melhorias muitas vezes podem ser desenvolvidas com soluções simples, de baixo custo e de fácil implementação (ROTONDARO, 2002).

Segundo Graban (2013), o *Kaizen* não pode ser tratado como um processo burocrático, onde ideias são geradas e aprovadas apenas por gerentes e líderes seniores. Os funcionários devem ser envolvidos em ciclos de melhorias rápidos. Isso vai permitir a busca pelo aperfeiçoamento dos seus próprios processos. Desse modo, o líder deve incentivar e delegar o poder dentro da organização seguindo a melhoria contínua, na qual, todos podem contribuir para detectar as oportunidades de melhoria (GRABAN, 2013).

Neco (2011) descreve que a melhoria acontece quando cada problema é resolvido, atingindo um novo nível. Ou seja, uma vez o problema detectado, deve-se por meio de ferramentas de resolução de problemas, solucioná-lo. A partir disso, para consolidar o novo nível, essa

melhoria deve ser padronizada.

2.2 Mentalidade Enxuta nas empresas

Dennis (2008) define a produção *Lean* como sendo uma filosofia capaz de otimizar seus recursos, ou seja, fazer mais com menos e ao mesmo tempo dar aos clientes o que eles querem e com qualidade. De acordo com Rotondaro (2002), *Lean Manufacturing* ou manufatura enxuta é uma filosofia de gestão que tem como objetivo melhorar o desempenho de processos e sistemas de produção de maneira mais ágil e mais enxuta.

De acordo com Rotondaro (2002), o entendimento enxuto se dá na maneira de pensar estrategicamente nos processos e recursos de produção, de modo a incentivar melhorias mantendo o sistema de produção da empresa cada vez mais competitivo.

Para Womack e Jones (1998), a filosofia enxuta é uma maneira de especificar valor, ou seja, dispor da melhor sequência as ações que agregam valor, realizar atividades sem interferências buscando a eficiência. De acordo com os autores, a principal característica do pensamento enxuto está ligada a eliminação dos ‘Mudas’, termo em Japonês que significa desperdício, e está relacionada a qualquer atividade que não agrega valor. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), existem 7 tipos de desperdícios que de acordo com a Toyota estão presentes em qualquer tipo de operação, seja de serviço ou de manufatura:

- i. Superprodução;
- ii. Tempo de espera;
- iii. Transporte;
- iv. Processo;
- v. Estoque;
- vi. Movimentação;
- vii. Produtos defeituosos.

“O sistema Toyota ataca muda (desperdício) de forma implacável, através do envolvimento de membros de equipe em atividades de melhoria padronizada e compartilhada” (DENNIS, 2008, p. 32).

2. Poka Yoke

O termo *Poka Yoke* é proveniente da língua Japonesa, traduzida como a prova de erros. Fisher (1999) define *Poka Yoke* como um método ou mecanismo que previne ou torna obvio qualquer erro ou defeito. Por sua vez, Liker (2005) o define, como dispositivos que previnem ou detectam erros antes que eles aconteçam.

De acordo com Graban (2013, p. 180) os erros podem acontecer como o resultado de um sistema cujo engano é definido como “uma ação errada, atribuível ao mau julgamento, ignorância ou desatenção”. “O *Poka Yoke* possibilita a inspeção 100% através do controle físico ou mecânico” (SHINGO, 1996, p. 56).

Segundo Shingo (1996) existem duas maneiras que esse dispositivo pode ser usado de modo a corrigir erros: *Poka Yoke* como método de controle e como método de advertência. O *Poka Yoke* de controle é um dispositivo muito poderoso, pois paralisa o processo até que a condição causadora do defeito seja corrigida. O *Poka Yoke* de advertência permite que o processo que está gerando defeito continue, caso os trabalhadores não atendam ao aviso.

Kogyo (1987) estabelece que por trás do conceito de *Poka Yoke*, existe uma característica de a intolerância ao menor número de defeitos, pois existem alternativas que podem impedir erros fisicamente, dependendo da organização utilizar ou não.

3. Procedimentos Metodológicos

O método utilizado nesse trabalho foi o indutivo. O método indutivo é caracterizado como sendo “pesquisar e identificar as partes de um fenômeno e colecioná-las de modo a ter uma percepção ou conclusão geral”. (PASSOLD, 2002, p. 104). A técnica utilizada para efetuar o estudo desse trabalho é o estudo de caso, que segundo Gil (2002) no estudo de caso consegue-se definir quatro fases que correspondem à característica desse tipo de método, sendo eles: delimitação da unidade- caso; coleta de dados; seleção, análise e interpretação dos dados; elaboração do relatório.

Para a análise dos dados coletados utilizou-se abordagens qualitativas com o objetivo de interagir com os colaboradores segundo interpretações de dados coletados, e abordagens quantitativas mostrando aos colaboradores em números o que a pesquisa proporcionou.

Para o desenvolvimento da pesquisa planejou-se a execução de três etapas: (i) Caracterização da Empresa: está etapa consiste em apresentar resumidamente qual o ramo da empresa estudada, seu tamanho e sua localização; (ii) Análise Atual do Processo: irá mostrar como o processo funcionava antes da implantação do sistema de melhoria, dando ênfase aos problemas encontrados na montagem da cabeça de corte, subconjunto que compõem a máquina de corte, um dos produtos produzidos pela empresa; (iii) Implementação do Sistema de Melhoria Contínua: mostra passo a passo como aconteceu a implantação do sistema dentro da empresa, mostrando como se deu a resolução dos problemas encontrados na montagem da cabeça de corte, após o início da implantação do sistema, onde os funcionários puderam aplicar os conhecimentos adquiridos no treinamento, aplicando ferramentas e dispositivos aprendidos, na resolução dos problemas. Por fim, mostra-se a condição do processo da montagem da cabeça de corte após a implantação do sistema, apresentando os benefícios encontrados, e se o problema encontrado anteriormente foi resolvido.

3.1 Caracterização da Empresa

Empresa de Santa Catarina, inaugurada em 1992, conta com mais de 290 colaboradores. Possui uma sede, onde são desenvolvidos os softwares, e uma unidade Fabril, onde são desenvolvidas as máquinas.

Este estudo se deu na Unidade Fabril, onde são produzidos os produtos: Máquinas de corte, Mesas de saída, Mesas de enfesto, Plotters e Digiflash.

4. Análise atual do processo

Inicialmente mapeou-se os processos de distribuição de materiais, por meio de acompanhamento diário do processo, analisando os procedimentos operacionais padrão e frequentemente realizando perguntas para os funcionários envolvidos no processo.

Como resultado, a Figura 1 apresenta um fluxograma demonstrando o funcionamento atual do processo da montagem da cabeça de corte.

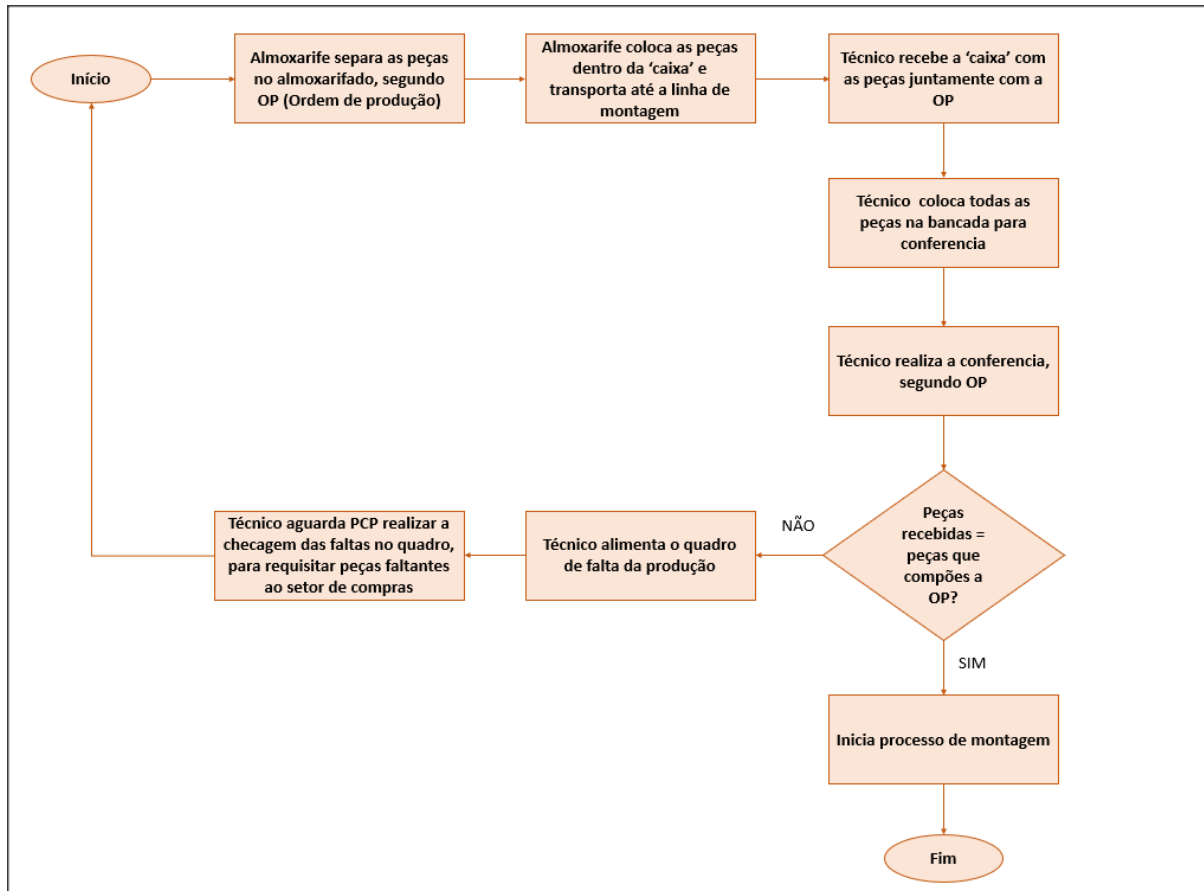


Figura 1 – Fluxograma do processo de produção atual da cabeça de corte

Os itens separados para a montagem são, em sua maioria, itens com alta precisão de usinagem e/ou com acabamento superficial específico. A maneira com que são embalados/armazenados/transportados/conferidos no processo entre o almoxarifado e a montagem podem gerar danos dimensionais e estéticos, ocasionando retrabalhos e problemas de qualidade.

Ao receber a ordem de produção (OP) o Almoxarife recolhe as peças no almoxarifado e as coloca dentro de uma caixa. Quando as peças chegam até a linha de montagem o técnico responsável pela montagem, retira as peças da caixa e as confere com os itens descritos na OP, nesse momento o técnico dispõe as peças na sua bancada para melhor visualização na montagem da cabeça como mostra a figura 3.

As peças são armazenadas em caixas de plástico, conforme mostra a figura 4, e transportadas pelo Almoxarife até a linha de montagem da cabeça de corte.



Figura 2: Armazenamento das peças para transporte até a linha de montagem



Figura 3: Conferência e disposição das peças na montagem

A cabeça de corte é composta por 360 peças, de diversos tamanhos. Para a montagem são realizadas entregas de quatro Ordens de Produção (OP's) por máquina (base, calcador, resfriados e furador). Após a conferência o técnico verifica as peças faltantes, e aponta-as no quadro de faltas, localizado ao lado da sua célula de montagem, conforme figura 4.



	Máquina	Ponte	Cabeça	Torçor	Mola de haste	Cilindro - eixo	Torçor
1							
2							
3							
4							
5							

Figura 4: Quadro de apontamento de faltas de peças, dividido por subconjunto

O tempo de conferências das OP's pelo técnico leva 95 minutos. No caso de falta de peças, o fluxo entre a conferência destes materiais na linha e registro no quadro para verificação do setor de PCP pode demorar até 3 dias, com impacto direto na montagem dos conjuntos (atraso na produção).

Considerando que a meta da produção é de 4 máquinas/mês, podemos utilizar até 382 minutos/mês para conferência (ou 6,33 horas, ou quase 1 dia disponíveis de um técnico).

Tendo este cenário como condição atual, algumas ações e ferramentas foram propostas para melhorar estes processos.

5. Implementação do Sistema de Melhoria Contínua

O setor de manufatura da empresa, decidiu implementar um sistema, denominado Sistema de melhoria com o intuito de promover e coordenar iniciativas de melhoria, de forma a priorizar e ordenar as melhorias alinhadas com as estratégias da empresa.

Os pilares desenvolvidos para este sistema são:

Visão: Ser um sistema de melhoria customizado, estruturado e fundamentado nas melhores práticas de *Lean Manufacturing*.

Missão: Promover e disseminar a cultura de melhoria contínua na empresa, através de treinamentos, suporte e incentivo as iniciativas de melhoria.

Treinamento: Os funcionários foram treinados em alguns conceitos e ferramentas da filosofia *Lean*. Os principais conceitos e ferramentas abordadas no treinamento foram: valor e desperdício; PDCA; mapeamento do fluxo de processos; fluxo na Produção; autonomia; trabalho padronizado; gestão visual; 5S.

O treinamento se deu em dois turnos, no primeiro turno abordaram-se: valor e desperdício, PDCA, mapeamento de processos e fluxo na produção. No segundo período: autonomia, trabalho padronizado, gestão visual e 5S.

No decorrer do treinamento, o facilitador buscou situações reais da empresa, para melhor assimilação dos funcionários ao conteúdo do treinamento em suas rotinas de trabalho.

O treinamento foi ministrado por um membro da empresa que tinha conhecimento sobre os conteúdos ministrados.

Certificação: Como forma de estímulo aos funcionários, uma certificação do sistema foi proposta, na qual, para que pudessem receber, os colaboradores treinados deveriam desenvolver um projeto de melhoria dentro do seu setor e apresentar os resultados para a gerência.

A coordenação desse sistema era realizada por 2 funcionários do setor de manufatura da empresa.

5.1 Resolução do Problema

Após o término dos treinamentos, os colaboradores receberam um termo de abertura que deveriam preencher descrevendo seus projetos e ferramentas utilizadas para a execução do projeto.

A formação dos grupos para o desenvolvimento dos projetos de melhoria contínua é composta por dois certificandos (pessoas que foram treinadas) e dois colaboradores (pessoas que não foram treinadas, porém tem interesse em participar do projeto). Os coordenadores do sistema de melhoria contínua avaliaram o termo de abertura redigido pelos grupos para verificar a viabilidade da implantação dos conceitos e ferramentas para a resolução de determinados problemas.

O problema referente a célula da montagem de cabeça de corte foi um dos avaliados e julgado válido para a estratégia da empresa. A proposta do grupo é a implantação de dispositivos tipo *Poka Yoke* para auxiliar na separação (item e quantidades), armazenagem e transporte dos itens necessários para a montagem de uma máquina, pretende-se possibilitar ao Almoxarife a identificação visual das peças do kit para o atendimento parcial ou integral das OP's e entrega de kits para a linha de montagem.

Após esse ciclo de julgamento dos termos de abertura o próximo passo foi o desenvolvimento de um plano de ações, a ferramenta utilizada para esse processo foi a 5W1H.

5.1.1 Ferramenta 5W1H

Essa ferramenta permite a visualização do andamento do projeto contemplando datas e responsáveis. Desse modo, o grupo desse projeto foi reunido e juntamente com os coordenadores do projeto de melhoria contínua foi desenvolvido o plano de ação 5W1H, como podemos visualizar no quadro 1 a seguir, uma parte desse plano de ação.

O quê? (fazer)	Quando		Onde (implementar)	Como (ação)	Porque (impacto)	Quem (responsável)
	Solicit.	Prazo				
Desenhar moldes para as peças que serão entregues na montagem da cabeça de Corte.	24/07/14	01/08/14	Montagem	Desenhar seguindo tamanho das peças, utilizando materiais próprios para confecções dos moldes.	Gestão visual, Poka Yoke (a prova de erros). Diminuindo o lead time do processo tendo maior eficiência Operacional	
Estudar e orçar materiais para a fabricação das bandejas poka yoke	24/07/14	27/07/14	Almoxarifado/ Montagem/ PCP	Estudar quais são os melhores materiais utilizados para a confecção de moldes.	Redução de custos, melhoria na qualidade.	
Fazer teste no material requisitado	01/08/14	08/08/14	Montagem	fazer os moldes no material requisitado (EVA), cortando o mesmo e encaixando as peças	Verificar a necessidade de outro tipo de material, ou se o mesmo é eficiente para o projeto	
Requisitar espuma para teste	09/08/14	27/08/14	Almoxarifado/ Montagem/PCP	Analisar qual a melhor opção para fabricação dos moldes	Verificar a necessidade de outro tipo de material.	

Quadro 1 – Plano de ação 5w1h- Projeto Cabeça de corte

5.2 Desenvolvimento do Dispositivo *Poka Yoke*

Após o plano de ação definido com seus respectivos responsáveis e prazos, o grupo do projeto começou a executar o que foi planejado. Como o *Poka Yoke* foi desenvolvido manualmente pelos membros do projeto, e precisavam de tempo para executá-lo, os coordenadores do sistema de melhoria entraram em acordo com o gestor da produção, onde ficou acordado que todos os dias no período de 1 hora o grupo iria parar suas atividades diárias para focar no desenvolvimento do projeto.

Os materiais necessários para a fabricação da bandeja *Poka Yoke* foram: polietileno, estilete, cola, régua, e etiquetas com o código de barras de cada peça. Na figura 5, pode-se observar as bandejas *Poka Yoke* sendo fabricadas pelos membros da equipe.



Figura 5 – Execução das bandejas Poka Yoke

5.3 Análise dos Resultados

Com a aplicação do dispositivo *Poka yoke*, o problema enfrentado pelos técnicos para a conferência das OP's foi resolvido, como podemos observar o novo fluxograma desenvolvido a partir da aplicação do carrinho Poka yoke (nome dado pelos membros do grupo para se referir ao carrinho), conforme Figura 6.

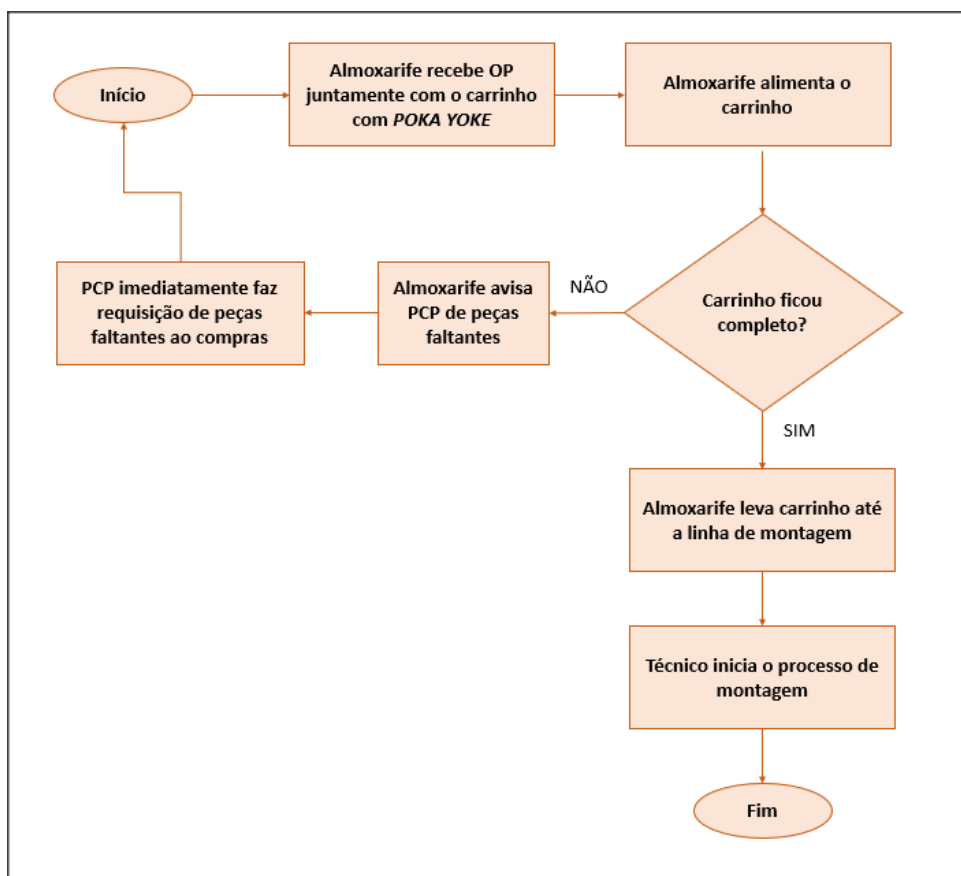


Figura 6 – Fluxograma após a implantação do dispositivo *Poka Yoke*

Cada bandeja, do então denominado ‘carrinho *Poka Yoke*’, corresponde a um subconjunto da cabeça de corte, nas bandejas foram colocadas etiquetas com o código de barras e nome

completo de cada item, facilitando ainda mais a localização das peças. Como pode ser observado na figura 7.

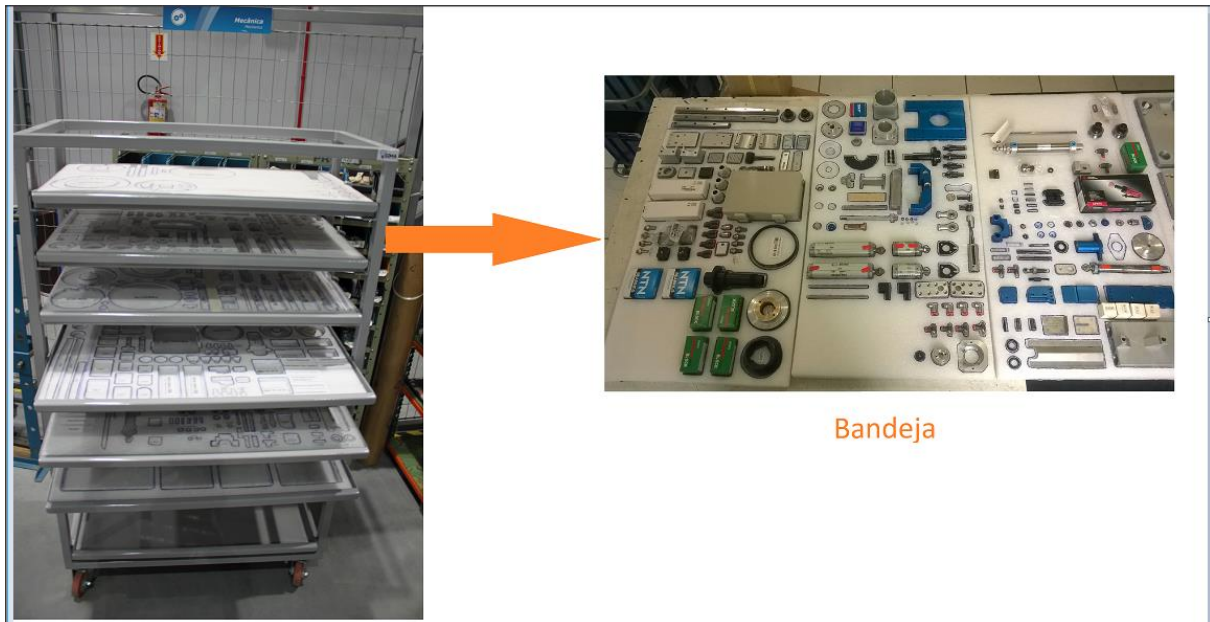


Figura 7 – ‘Carrinho Poka Yoke’

Ao receber o ‘carrinho Poka Yoke’ o almoxarife automaticamente faz a conferência da OP, eliminando a conferência pelo técnico na linha de montagem em 100%. Desse modo, o técnico não precisa mais utilizar o quadro de faltas. Consequentemente, a resposta entre setores ficou mais rápida, pois o próprio almoxarife visualiza as peças faltantes na bandeja com o Poka Yoke, e avisa rapidamente o setor do PCP. O setor de PCP imediatamente requisita a compra de peças faltantes.

Ao analisarmos quanto de ganho houve com a redução de tempo no processo com dados internos da empresa, calculamos os ganhos por mês e por ano. Sendo a custo hora/homem de um operador R\$: 47,64, podemos ter uma redução de R\$: 75,27 por máquina e R\$ 301,08 ao mês (considerando a montagem de 4 máquinas/mês) e ainda a redução de 3613,02 ao ano.

6. Considerações Finais

O ponto de partida para iniciar o processo de implantação desse sistema ocorreu a partir de treinamentos disponibilizados para os colaboradores de principais conceitos e ferramentas de melhoria contínua, para que a cultura de promover melhorias diariamente se tornasse rotina no ambiente de trabalho dos colaboradores. O problema relacionado ao setor da mecânica na montagem da cabeça de corte foi o responsável por desencadear a implantação desse sistema.

Além do projeto descrito neste documento referente ao problema de transporte e conferência das OP's, outros 14 projetos foram aprovados pelos coordenadores do sistema de manufatura e estão em desenvolvimento em diversas áreas dentro da empresa.

Desse modo, percebe-se que as ferramentas utilizadas inicialmente pela unidade de produção não eram eficientes, provocando desperdícios em diversos setores, em especial o setor da mecânica. A partir deste estudo, houve a necessidade da implantação de novas ferramentas que contribuíram para melhorias significativas de otimização produtiva. Os colaboradores adequaram a ideia de diversas ferramentas abordadas no treinamento customizando-as para a realidade e necessidade da empresa.

Foi possível verificar juntamente com os gestores que a maior parte dos problemas relacionados

a melhoria de processos estava ligada a falta de conhecimento de ferramentas de gestão que os funcionários não tinham e que depois de conhecerem poderiam estar aplicando na sua área produtiva.

A partir da implantação desse sistema foi possível observar uma melhora significativa em diversos setores da empresa. Os principais impactos analisados com a implantação deste sistema foram: qualidade (elaboração de dispositivos que permitiram fazer certo da primeira vez e não propagar defeitos); produtividade (houve um aumento da produtividade, redução de paradas e balanceamento da linha de produção); colaboradores (treinados, participando na identificação e implementação de oportunidades de melhoria); custo de produção (houve redução de custo devido ao aumento do percentual de agregação de valor e colaboradores atentos às oportunidades de redução).

Referências

DENNIS, PASCAL. Produção *lean* simplificada. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FISHER, M. *Process improvement by poka yoke. Work Study*, v. 48, n.7, p. 264 – 266, 1999.

GIL, ANTONIO CARLOS. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRABAN, M. Hospitais *lean*: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2013.

JUNG, J.Y.; WANG, Y.J.; WU S. Competitive strategy, TQM practice, and continuous improvement of international project management: a contingency study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 26, n. 2, p. 164-183, 2009.

KOGYO, N. *Poka-Yoke: improving product quality by preventing defects.*, Tokyo: Ed. NKS/Factory magazine 1987.

LIKER, JEFFREY K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.

NECO, MARILIS ROCHA ALBURQUERQUE. Melhoria contínua: um estudo de caso sobre a implantação na área administrativa de uma empresa e os seus resultados. Curitiba: Ufpr, 2011. Disponível em: <[http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/33855/MARILIS ROCHA ALBUQUERQUE NECO.pdf?sequence=1](http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/33855/MARILIS_ROCHA_ALBUQUERQUE_NECO.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PASOLD, CESAR LUIZ. Prática da pesquisa jurídica. 6. ed. Florianópolis: OAB/SC, 2002.

ROTONDARO, ROBERTO G. Seis Sigma. São Paulo: Atlas, 2002.

SHINGO, SHIGEO. O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2009.

WOMACK, JO; JONES. A mentalidade enxuta nas empresas. 7Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.