



PROPOSIÇÕES PARA REDUÇÃO DO LEAD TIME DE PROCESSO DE MONTAGEM DE CARROCERIA: Um estudo de caso na Empresa Stola do Brasil Ltda

Aloisio Arlindo Viana (FEAMIG) -viana.aloisio@gmail.com

Lucas Lincoln de Oliveira Lage (FEAMIG) -lukalage@hotmail.com

Michael David Araujo Gomes (FEAMIG)- michael.davidaraujogomes@gmail.com

Warlison Célio Moura (FEAMIG) -warlisoncmoura@yahoo.com.br

Resumo:

O trabalho descreve e analisa a questão dos desafios para implantação de um modelo de controle da produção de carrocerias na empresa Stola do Brasil Ltda. O objetivo desta pesquisa é propor alternativas para redução do tempo de reposição de peças, diminuindo assim o tempo ocioso da linha de produção, mapeando o processo de preparação e identificar o que causa o tempo de espera da linha e analisar uma solução para reduzir este tempo. Foi observado um problema no Lead time na área de preparação na funilaria, com isso será utilizado teorias e ferramentas do Sistema Toyota de Produção para buscar uma solução do problema de pesquisa. Esta pesquisa quanto aos meios é do tipo estudo de caso. Com os significativos aumentos de produção para manter-se num mercado competitivo, a Stola do Brasil Ltda viu-se obrigada a adotar estratégias de baixo risco, evitando assim que, o fluxo produtivo fosse interrompido.

Palavras Chave:

Sistema Toyota de Produção. Lead time. Tempo de reposição.

1. Introdução

O setor automobilístico é visto como parte fundamental na economia de vários países, pois abriga uma das maiores cadeias produtivas brasileiras, gera milhões de empregos e vem batendo recorde de produção e de vendas há mais de uma década no país.





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

No Brasil, o setor automotivo também apresenta grande importância, mas ele é parte do segmento industrial que enfrenta forte concorrência no mercado, acirrada pelo crescente número de novas montadoras nos últimos anos.

Algumas empresas possuem sua visão geralmente voltada para serem líderes de mercado, tornando-se cada vez mais competitivo na busca incessante da excelência e objetivando a satisfação dos clientes e fornecedores. Para tanto, as empresas buscam controlar melhor a produção otimizando seu arranjo físico e utilizando técnicas de sistemas de produção, como Kanban, Produção Puxada, produção em massa.

No setor de montagem, a maior dificuldade é se adaptar às demandas de volumes, para não parar a produção ou produzir além do necessário, o que pode significar um aumento de custo e estoque gerando prejuízo para as empresas.

Desde seu surgimento, o Sistema Toyota de Produção (STP) ganhou uma crescente difusão dentre as empresas, sendo em 2014 um dos mais utilizados. Segundo Shingo (1996, P.5) “O objetivo central consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez as constantes flutuações da demanda de mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação”. O Sistema Toyota de Produção busca eliminar os desperdícios como defeitos, excesso de produção ou superprodução, tempo de espera, transporte, movimentação, processamento inapropriado, estoque. O STP propõe a utilização de algumas ferramentas que podem minimizar os desperdícios como a ferramenta 5S, Kaizen, Estratégia de Manufatura, Estabilidade de Produção, Mapeamento do Fluxo do Valor, atuar no gargalo e Just in Time.

Um dos principais problemas observados na empresa em estudo é o tempo de reposição das peças no setor de funilaria, para resolver este problema foi feito o mapeamento dos processos, a medição do tempo atual gasto na reposição com o objetivo de identificar as causas que tornam o tempo alto e propor alternativas para a redução deste tempo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO





2.1 Sistema Toyota de produção

A Toyota Motor Company foi fundada em 1937 por Kiichiro Toyoda, no Japão, em 1949 a fábrica passou por uma crise e forçou a dispensar grande parte da força de trabalho causando uma longa greve, em que acarretou a renúncia de Kiichiro na companhia pelos fracassos gerenciais (WOMACK, 1992).

O Sistema Toyota de Produção tem como princípio a eliminação de desperdícios aplicados a fábrica, constitui a produção enxuta, também conhecida como *lean production*, consiste em fabricar com o máximo de economia de recursos. O princípio da fabricação com qualidade objetiva produzir sem defeitos, que também é uma forma de eliminar desperdícios.

Além dos dois princípios citados acima a Toyota também tem um terceiro princípio que é essencial para o funcionamento dos outros dois, que é o comprometimento e envolvimento dos funcionários ao lado da fabricação com qualidade e da eliminação de desperdícios. Segundo Maximiano (2005) dois dos criadores da Toyota (Toyoda e Ohno) concluíram que o principal produto do modelo de Ford era o desperdício de recursos – esforço humano, materiais, espaço e tempo. Fábricas gigantescas, pilhas de materiais em estoque, grandes espaços vazios; o sistema Ford desperdiçava, inclusive, e principalmente, recursos humanos.

Este sistema visa eliminar sete dos tipos mais comuns de desperdícios que são: superprodução, tempo de espera, transporte, processamento, estoque, movimentação e defeitos, descritos abaixo:

- a) Superprodução: é produzir mais do que é necessário e é a maior fonte de desperdício, de acordo com Toyota. (SLACK AT AL, 2002);
- b) Tempo de espera “é o montante de tempo de espera de materiais que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento”. (SLACK AT AL, 2002, P. 488);





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

- c) Transporte: é a movimentação de materiais dentro da fábrica. Aproximando os estágios de processo, aprimorando os métodos de transportes e organização pode reduzir desperdícios. (SLACK AT AL, 2002);
- d) Processamento: “No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo, portanto ser eliminadas”. (SLACK AT AL, 2002, P. 488);
- e) Estoque: “Dentro da filosofia JIT, todo estoque torna-se um alvo para a eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas”. (SLACK AT AL, 2002, P. 488);
- f) Movimentação: “A economia dos movimentos aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo”. (CORRÊA, CORRÊA, 2007, P. 606);
- g) Produtos defeituosos geram os maiores desperdícios do processo, pois significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, equipamentos entre outros. (CORRÊA, CORRÊA, 2007).

Depois de eliminar ou reduzir os desperdícios, o que sobra são os esforços para agregar valor ao produto. Segundo Maximiano (2005) agregar valor significa realizar operações de transformação de materiais e componentes estritamente relacionados com a elaboração de um produto. Diminuindo os desperdícios diminui os custos de produção sem comprometer o valor final do produto para o cliente.

Segundo Maximiano (2005) desperdício é o contrário de agregação de valor, uma idéia fundamental nos sistemas enxutos de produção.

O Sistema Toyota aplica três ideias principais para eliminação de desperdícios: racionalização da força de trabalho, *just in time* e produção flexível.

A racionalização da força de trabalho da Toyota consistiu em agrupar os operários em equipes com um líder para cada equipe, líder esse que tinha a função de coordenar o grupo e substituir qualquer funcionário que faltasse. As equipes recebiam tarefas e





deveriam executá-las da melhor maneira possível. Eles também eram responsáveis pela manutenção de seus próprios equipamentos como controle de qualidade.

O Sistema Toyota de Produção utiliza ferramentas para diminuir os desperdícios dentre essas ferramentas estão Poka-Yoke, 5S, Kanban. É sustentado pelo sistema JUST IN TIME e pela autonomia. Segundo Slack et al (2002, P.482) “O JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não formem estoques e não depois para que seus clientes não tenham que esperar.”

2.2 Lead time

Podendo ser utilizado em conjunto com as ferramentas citadas anteriormente temos o lead time que é o período entre o tempo em que o produto foi solicitado e entregue, o lead time pode ser de horas, dias, meses ou mais tempo isto depende de diversos fatores. (POLLICK, 2010).

O tempo de lead time está relacionado com a flexibilidade da produção, pois, quanto menor o tempo de transformação do produto menor o custo da produção. (TUBINO, 1999).

O lead time pode significar o ganho ou perdas de clientes, pois, possibilita a empresa entregar o produto antes dos concorrentes. (POLLICK, 2010).

Segundo Arnold (1999) existem quatro tipos de lead time: Engineer-to-Order, Make-to-Order, Assemble-to-Order e Make-to-Stock.

- Engineer-to-Order é um lead time de longa duração, pois, é altamente personalizado e o cliente normalmente está envolvido no projeto.
- Make-to-Order é um lead time com tempo reduzido porque o produto só começa a ser produzido quando recebe a encomenda do cliente e normalmente é feito com itens padronizados, mas podem conter itens sobre medida.
- Assemble-to-Order é um lead time com tempo ainda mais reduzido, feito com itens padronizados, não necessita gastar tempo com o projeto.





- Make-to-Stock tem um tempo ainda menor, pois o fornecedor possui um estoque de produtos acabados.

2.3 Mapeamento de processo

Segundo Harrington (1997), processos é qualquer atividade de trabalho com começo e fim que recebe entradas e são agregados valores e tem uma saída para um cliente interno ou externo.

Segundo o Modelo de Excelência em Gestão da FNQ – Fundação Nacional da Qualidade, Processos é definido por “um conjunto de atividades pré-estabelecidas que, executadas numa sequência determinada, vão conduzir a um resultado esperado que as segure o atendimento das necessidades e expectativas dos clientes e outras partes interessadas”.

O objetivo de mapear o processo é buscar o entendimento dos processos. Segundo (Pinho, et al) “mapear ajuda a identificar as fontes do desperdício, fornecendo uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura e serviços, tornando as decisões mais visíveis, de modo que se possa discuti-las”.

Para mapear o processo existem algumas técnicas que são utilizadas como Fluxograma, Mapa de processo, Mapofluxograma e etc.

Para o desenvolvimento deste trabalho será analisada a técnica que usaremos para mapear o processo.

2.4 Fluxograma

Segundo Campos (1992) o fluxograma facilita a visualização e a identificação do produto sendo fundamental para a padronização e entendimento do processo.





Segundo Pinho, et al (2007, p.4) “Um fluxograma traça o fluxo de informação, pessoas, equipamentos, ou materiais através das várias partes do processo.” Portanto o fluxograma demonstra toda parte do processo.

Fluxograma pode ser criado para vários níveis na organização. Por exemplo, no nível estratégico, eles poderiam mostrar os processos centrais e suas interações. Neste caso, o fluxograma não teria muitos detalhes; porém eles dariam uma visão geral do processo. Esta identificação do núcleo do processo é frequentemente útil para posterior análise. (Pinho, et al, 2007, p. 4)

2.5 Mapa de processo

Segundo Pinho, et, al, (2007), apud Barnes (1982) o mapa de processo é uma técnica que mostra passo a passo os eventos em uma tarefa afim de registrar o processo de maneira mais compacta e tornar possível uma maior compreensão.

“O estudo minucioso desse mapa, fornecendo a representação gráfica de cada passo do processo, certamente sugerirá melhorias. Após a análise do mapa de processo, é comum concluir que certas operações podem ser inteiramente, ou em parte, eliminadas.” (Pinho, et al, 2007, p. 5)

Segundo Pinho, et al (2007) para documentar as atividades deve-se agrupar em cinco categorias: operação, transporte, inspeção, espera e armazenamento.

3. Metodologia

Este trabalho realiza uma pesquisa quanto aos meios do tipo de estudo de caso pois investiga um fenômeno dentro do contexto da vida real e utiliza a técnica de coleta de dados e análise.

Para a coleta e análise de dados foi utilizado a observação participante pois um membro do grupo está diretamente relacionado à empresa em estudo e fez inicialmente a identificação do problema e mapeou o processo através do fluxograma. Foi utilizado também um questionário para identificar possíveis causas e soluções dos problema encontrados.





Para calcular o tempo de reposição das peças foi utilizado um cronômetro da marca Vollo VI-510c, para medir a distância foi utilizada uma trena da marca Stanley de fibra de vidro de 60 metros, foi utilizado também uma calculadora da marca Casio Fx-82 ms para calcular a média, o desvio padrão, e conversão de unidades.

4. Resultado

4.1 Organização em estudo

A Stola é a segunda maior indústria de Belo Horizonte e ocupa área de 220 mil m². Fornece peças e carrocerias montadas para picapes Strada e Fiorino, Doblò e para o monovolume Idea. Produz diariamente 700 carrocerias para esses veículos. A fábrica funciona em três turnos e consome diariamente 250 toneladas de aço. O faturamento anual é de R\$ 200 milhões. Suas principais concorrentes são a Aethra e Tower.

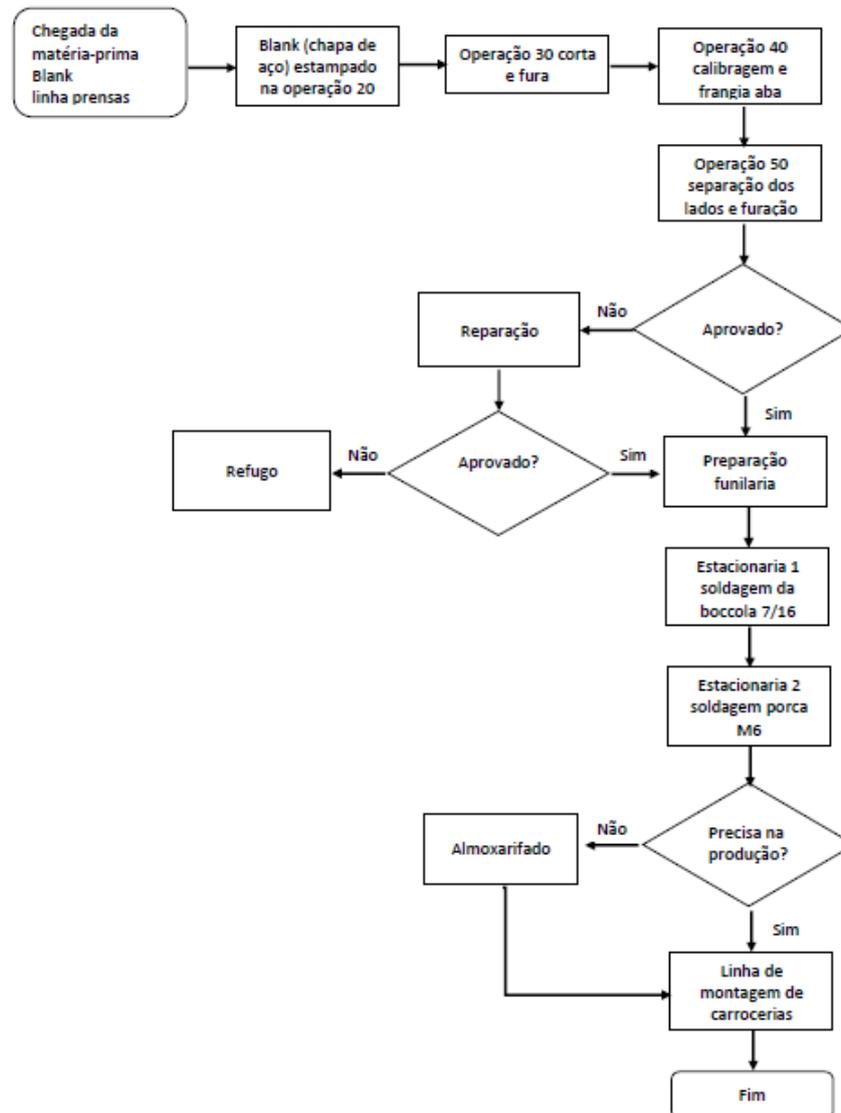
4.2 Processo de preparação para montagem de carrocerias

O processo funciona quando a Stola do Brasil Ltda recebe o blank (Bobina cortada em chapa) e na sequência do recebimento da matéria prima é feito uma conferência antes do cadastramento no sistema em seguida é enviado para a estampagem no setor de Prensas que tem quatro operações respectivamente moldar com o formato da peça, cortar e furar, calibrar a peça, separação dos lados das peças e furação de acordo com os mesmos, após isso as peças estampadas passam por um processo de conferência (Qualidade / Logística), se não estiverem dentro das especificações elas vão para o processo de reparação em seguida é feita uma nova verificação e se estiverem dentro da qualidade desejada vão para a preparação de funilaria por meio de empilhadeira e a mesma é posicionada na área próximo a máquina (Estacionária), onde é realizado o processo de solda a projeção, essa solda para a fixação dos Boccia 7/16 e porcas M6 nas peças, ao final do processo essas peças são embaladas em



caçambas para e enviadas para montagem de carrocerias no processo de funilaria ou para o almoxarifado conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de preparação



Fonte: Adaptado de Slack, et, al, (2002)

4.3 Mapa de processos

Segundo Pinho, et al (2007) para documentar as atividades deve-se agrupar em cinco categorias operação, transporte, inspeção, espera e armazenamento como mostra a figura 2.

Figura 2 - Símbolos padrões pela norma ASME

○	Operação	Serrar, furar, varrer, pregar, digitar.
⇒	Transporte	Manual, empilhadeira, carrinho de mão, mensageiro.
□	Inspeção	Qualidade, quantidade, verificação, informação.
⊖	Espera	Pessoas, manutenção, arquivamento, processamento.
▽	Armazenamento	A granel, produto acabado, documentos, informações

Fonte: 1947 Fonte Pinho, et, al, (2007)

Segundo SIMCSIK (1992), operação é uma mudança intencional de estado, forma ou condição de um determinado material ou informação. Transporte é o movimento de um objeto ou registro de informação de um local para outro. Inspeção é a identificação de característica de um objeto com um padrão de qualidade ou quantidade. Espera é quando ocorre um determinado tempo entre as atividades do processo gerando estoque. Armazenamento é a retenção dos objetos em local determinado exclusivamente para este fim e se for removido necessita de um controle formal.

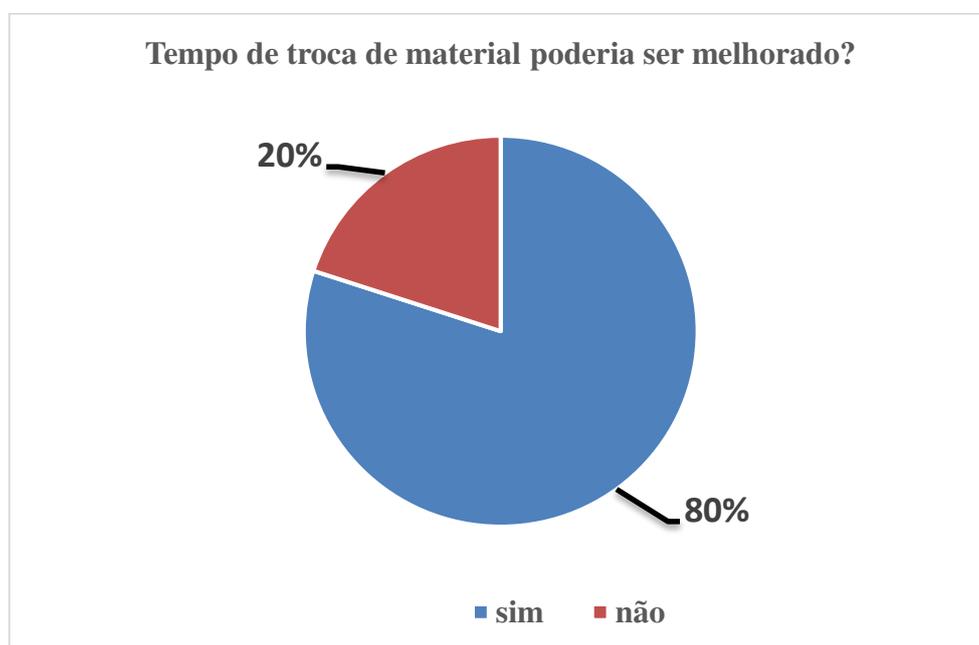
Figura 3 – Mapa de processos atual

Processo : Estacionárias							
Descrição das atividades	Como é feito	Pessoas	T (min)	D (m)	Símbolos		
Retirar a matéria prima do caminhão (Blank)	-	-	40	0	○	⇒	⊖
Transportar para o almoxarifado	-	-	10	20	○	⇒	□
Transportar para linha de produção (Operação 10)	-	-	20	100	○	⇒	▽
Aguardar processamento	-	-	20	0	○	⇒	⊖
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇒	□
Transportar para Operação 20	-	-	0,066	3,2	○	⇒	▽
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇒	□
Transportar para Operação 30	-	-	0,066	3,2	○	⇒	▽
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇒	□
Transportar para Operação 40	-	-	0,066	3,2	○	⇒	▽
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇒	□
Verificar Qualidade	-	Carlos Henrique	2	0	○	⇒	□
Transportar para o almoxarifado	Através da empilhadeira	-	20	172	○	⇒	▽
Solicitar peças	Assim que acabam as peças a empilhadeira é solicitada para buscar mais	Operador de Produção	1	0	○	⇒	▽
Transportar para funilaria	Através da empilhadeira	-	25	183	○	⇒	▽
Aguardar para a preparação na estacionaria 1	Tempo de Setup e aguardando a chegada das peças	-	13,75	0	○	⇒	⊖
Processar	Soldagem de boccola a projeção	Operador de Produção	0,65	0	●	⇒	□
Transportar para estacionaria 2	Troca manual de peça	-	0,3	1,5	○	⇒	▽
Processar	Soldagem de porca a projeção	Operador de Produção	0,65	0	●	⇒	□
Transportar para almoxarifado	Através da empilhadeira	-	25	183	○	⇒	▽
Armazenar	Armazenamento WMS	Almoxarife	2	0	○	⇒	▽

Fonte: Adaptado de Pinho, et, al, (2007)

Conforme mostrado na figura 3, temos uma perda de tempo significativa nas atividades solicitar peças e aguardar para a preparação na estacionária 1 que é o foco de pesquisa do nosso trabalho. Segundo a figura 4 80% dos funcionários que responderam ao questionário o tempo de troca de material do setor de funilaria poderia ser melhorado.

Figura 4 – Gráfico do tempo de troca de material



Observando que o tempo de troca poderia ser melhorado, foi coletado 12 vezes em horários e dias diferentes e teve uma média de 13,75 minutos e um desvio padrão 4,82 como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de reposição das peças



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Tempo de reposição das peças		
Dia	Hora	Tempo
23/02/2015	06:10	20
23/02/2015	09:15	10
23/02/2015	15:10	10
23/02/2015	16:00	10
23/02/2015	00:10	20
26/02/2015	06:10	20
26/02/2015	15:10	10
26/02/2015	17:00	10
27/02/2015	06:10	20
27/02/2015	09:30	15
27/02/2015	15:10	10
27/02/2015	16:05	10
Media		13,75
Desvio padrão		4,826

4.4 Identificar as causas e propor alternativas para reduzir o tempo de reposição de peças.

Segundo os funcionários ao responder o questionário as causas deste problema ocorrem por atraso no pedido do material por parte do operador de produção e devido o almoxarifado ficar a 183 metros do processo de funilaria o que demanda um bom tempo de deslocamento da empilhadeira, cerca de 25 minutos.

Atualmente não há viabilidade para mudar o layout da empresa visto que seria necessário a parada total da empresa e demandaria muito tempo fazendo ela perder uma grande fatia de mercado.

Analisando as possibilidades disponíveis conseguimos identificar uma solução para a redução deste problema, seria colocado uma pessoa responsável por fazer a solicitação das peças e do eletricitista de manutenção, caso fosse necessário de acordo com a programação em cima da média de tempo gasto para processamento das mesmas.

Com esta solução seria possível diminuir o tempo de reposição como pode ser visto na figura 5 onde os itens marcados sofreram alterações.

Figura 5 – Mapa de processos sugerido



Processo : Estacionárias									
Descrição das atividades	Como é feito	Pessoas	T (min)	D (m)	Símbolos				
Retirar a matéria prima do caminhão (Blank)	-	-	40	0	○	⇨	⊞	□	▼
Transportar para o almoxarifado	-	-	10	20	○	⇨	⊞	□	▼
Transportar para linha de produção (Operação 10)	-	-	20	100	○	⇨	⊞	□	▼
Aguardar processamento	-	-	20	0	○	⇨	●	□	▼
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇨	⊞	□	▼
Transportar para Operação 20	-	-	0,066	3,2	○	⇨	⊞	□	▼
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇨	⊞	□	▼
Transportar para Operação 30	-	-	0,066	3,2	○	⇨	⊞	□	▼
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇨	⊞	□	▼
Transportar para Operação 40	-	-	0,066	3,2	○	⇨	⊞	□	▼
Processar	-	Operador de Produção	0,162	0	●	⇨	⊞	□	▼
Verificar Qualidade	-	Carlos Henrique	2	0	○	⇨	⊞	■	▼
Transportar para o almoxarifado	Através da empilhadeira	-	20	172	○	⇨	⊞	□	▼
Solicitar peças	É feito um cálculo de tempo médio para que a empilhadeira seja solicitada antes do termino das peças	Operador de Produção	1	0	○	⇨	●	□	▼
Transportar para funilaria	Através da empilhadeira	-	25	183	○	⇨	⊞	□	▼
Aguardar para a preparação na estacionaria 1	Tempo de setup programado de acordo com solicitação de peças	Eletricista de manutenção	7	0	○	⇨	●	□	▼
Processar	Soldagem de boccola a projeção	Operador de Produção	0.65	0	●	⇨	⊞	□	▼
Transportar para estacionaria 2	Troca manual de peça	-	0.3	1,5	○	⇨	⊞	□	▼
Processar	Soldagem de porca a projeção	Operador de Produção	0.65	0	●	⇨	⊞	□	▼
Transportar para almoxarifado	Através da empilhadeira	-	25	183	○	⇨	⊞	□	▼
Armazenar	Armazenamento WMS	Almoxarife	2	0	○	⇨	⊞	□	▼

Fonte: Adaptado de Pinho, et, al, (2007)

Após as mudanças na atividade de solicitação de peças ocorreu uma mudança no tempo de 13,75 minutos para 7 minutos na preparação na estacionária 1. Em média são feitos 9 setups por dia que no total gera uma perda de 60,75 minutos de produção ou seja 95 peças por dia.

4.5 Conclusão

Com a identificação do problema de reposição das peças o mapeamento de processo através do fluxograma e mapa de processo possibilitou um visão do processo produtivo além de poder comparar o antes com a sugestão de mudança.

As técnicas e ferramentas aprendidas na faculdade foram de extrema importância para identificar onde poderia ser feito uma melhoria no processo e assim chegar em uma solução.

A solução proposta de colocar um solicitador de material reduziria o tempo de 13,75 minutos para 7 minutos possibilitando a produção de 95 peças a mais por dia o que pode se tornar um diferencial perante seus concorrentes.

Esta proposta de melhoria ainda não foi apresentado a empresa em questão, pois não finalizamos o estudo.



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total: no estilo japonês**. Minas Gerais: 5ª ed., 1992.
- CORRÊA e CORRÊA. **Administração de produção e operações**. 2ª Edição. São Pulo: Atlas, 2007. 690 p.
- HARRINGTON, J. **Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York: McGraw-Hill, 1997.
- MAXIMIANO, ANTONIO CESAR AMARU. **Teoria geral da administração**. São Paulo: Atlas, 2005.
- PINHO, A. F. et al. **Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo**. XXVII ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu-PR, Out/ 2007. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570434_9458.pdf Acesso em 10 de Outubro de 2014.
- POLLICK, Michael. **What is Lead Time?.** Wise Geek. 2010 Disponível em <http://w.wisegeek.com/what-is-lead-time.htm> Acesso em 17/10/2014.
- SHINGO, Shigeo. **O sistema toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2ª Edição. Artes Médicas, 1996, 294 p.
- SIMCSIK, T. **Omis: Organização. Métodos, informação e sistemas**. Makron Books: São Paulo 1992.
- SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON. **Administração da Produção**. 2ª Edição. São Pulo: Atlas, 2002. 754 p.
- TUBINO, Dalvio F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.
- WOMACK, J. JONES, D. & ROSS, D.: **A Máquina que Mudou o Mundo**. Ed. Campus. 14ª Edição, 1992.

