

30 de setembro a 4 de outubro
Ponta Grossa - PR - Brasil

MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS EM TERMOS DE MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO

IMPROVMENT OF PRODUCTIVE PROCESSES BY MEANS OF LEAN MANUFACTURING: A CASE STUDY

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO DE OPERAÇÕES DE LOGÍSTICA

Wesley Rovati Malaquias, UTFPR, Brasil, wesley.rovati.malaquias@gmail.com

Renata Bersch, UTFPR, Brasil, renata.bersch1995@gmail.com

Murillo Vetroni Barros, UTFPR, Brasil, murillo.vetroni@gmail.com

Guilherme Mateus Kremer, UTFPR, Brasil, gkremer@alunos.utfpr.edu.br

Fabio Neves Puglieri, UTFPR, Brasil, puglieri@utfpr.edu.br

Resumo

As empresas se encontram em um ambiente cada vez mais dinâmico e competitivo, o que as incita a buscarem por novas estratégias de gestão, visando melhorar o desempenho da produção e atender as necessidades dos clientes. Dentre as estratégias destaca-se a Produção Enxuta, que possui valores focados em sustentabilidade nos aspectos econômicos e ambientais. A Produção Enxuta tem como objetivos otimizar e flexibilizar processos, elevar a qualidade, reduzir custos de produção e atender a demanda de clientes. Nessa perspectiva, elementos de produção que não agregam valor ao cliente devem ser eliminados do processo. Diante disso, o estudo tem como objetivo propor melhorias nos processos da linha automática de uma empresa do ramo de construção civil utilizando algumas ferramentas da manufatura enxuta. As ferramentas utilizadas no estudo foram, Mapa de Fluxo de Valor, e estudo de tempos e métodos (*takt time*), o qual permite visualizar toda a cadeia produtiva, dessa forma sendo possível apresentar melhorias à empresa. Como resultado, identificou-se que é possível reduzir o *lead time* da empresa em 110 dias, elevar a Eficiência Operacional Máxima para 85% e produzir uma peça a cada 6,4 segundos para atender a demanda dos clientes. Todas as alterações permitiriam que a fábrica funcionasse apenas com 2 turnos ao invés de 3, o que reduz, além do capital de giro, a quantidade de energia consumida em 33%. Dessa maneira, confirma-se que as práticas de manufatura enxuta colaboram para um maior desempenho e eficiência em processos produtivos.

Palavras-chave: produção enxuta; mapeamento de fluxo de valor; *takt time*; boas práticas industriais; *lean manufacturing*.

Abstract

Companies are in an increasingly dynamic and competitive environment, which encourages them to seek new management strategies to improve production performance and meet customer needs. Among the strategies stand out Lean manufacturing, which has values focused on sustainability in economic and environmental aspects. Lean manufacturing aims to optimize and flexibilize processes, raise quality, reduce production costs and meet customer demand. In this perspective, production elements that do not add value to the customer must be eliminated from the process. Therefore, the study aims to propose improvements in the automatic line processes of a construction company using some tools in lean manufacturing. The tools used in the study were Value Stream Map and time and method study (*takt time*), which allows to visualize the entire production chain, thus being possible to present improvements to the company. As a result, it has been identified that it is possible to reduce the company's lead time by 110 days, raise Operational Efficiency to 85%, and produce one part every 6.4

seconds to meet customer demand. All changes would allow the factory to run only 2 turns instead of 3, which reduces, in addition to working capital, the amount of energy consumed by 33%. In this way, it is confirmed that lean manufacture practices contribute to greater performance and efficiency in productive processes.

Keywords: *lean manufacturing; value stream mapping; takt time; industrial good practice.*

1. INTRODUÇÃO

As empresas vêm buscando cada vez mais promover a melhoria contínua dos processos de produção, visando reduzir custos operacionais, aumentar a produtividade e a qualidade de produtos e serviços. Segundo dados da UNIDO (2018), a produção industrial mundial teve um crescimento de 2,4% entre o quarto trimestre de 2017 e o quarto trimestre de 2018, um crescimento relativamente pequeno, mas que ainda assim deve atrair a preocupação ambiental em processos de manufatura.

Contudo, deve-se levar em consideração os impactos ambientais que podem ser gerados durante os processos de manufatura. É devido a esse aumento global da produção que as organizações estão determinando dentro de suas operações o estabelecimento de metas em relação à prevenção ao meio ambiente, as quais acabam sendo influenciadas, principalmente, pelas expectativas dos clientes (Rizzo & Batocchio, 2011).

Além do aspecto ambiental, as organizações devem estar atentas aos seus tempos de produção de cada produto/componente, tais como, o *takt time* e o Tempo de Ciclo. Segundo Ferreira (2018), o estudo de tempos permite importantes análises sobre as operações realizadas durante a produção, tornando possível a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço e determinando a maneira mais eficiente para a realização de determinadas atividades.

Devido a isso e buscando uma abordagem conjunta que envolva tanto aspectos ambientais quanto a busca pela eficiência na produção, pode-se aplicar o conceito de *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta (PE). Logo, a PE busca a redução contínua de desperdícios por meio de melhorias em processos e procedimentos industriais (Rizzo, 2012). A aplicação da PE contribui para o aumento da produtividade, melhoria da qualidade e otimização, melhoria da utilização de matéria-prima, insumos e outros recursos, definindo diversas ferramentas e métodos que conduzem para um desenvolvimento sustentável (Elias & Magalhães, 2003; Tomazela, 2007).

Lean Manufacturing significa ‘enxuto’ e sua aplicação tem por objetivo reduzir ao máximo a complexidade nos meios produtivos, focando na realização de tarefas com menor tempo possível, minimizando desperdícios e ainda, aumentar a competitividade entre as indústrias. A PE faz uso de diversas ferramentas para atingir seus objetivos, como 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*), *takt time*, *just-in-time*, PDCA (*Plan - Do - Check - Act*), análise de gargalos, melhoria contínua (*kaizen*) e outras. Tais ferramentas podem ser usadas de forma individual ou conjunta, dependendo do local a ser aplicado e da finalidade desejada (Ferreira, 2018; Bhasin & Burcher, 2006).

Mittal et al. (2017) asseguram que a PE colabora com a redução de custos e dos desperdícios do sistema de produção, além de que as estratégias sustentáveis de produção que atuam ao nível do processo beneficiam o ambiente por meio da redução das emissões e da utilização dos recursos, abordando assim a dimensão ambiental. Gupta et al. (2017) ao estudarem uma indústria de pneus, verificaram que a implantação das práticas de PE contribuiu significativamente para o desempenho dos processos e consequentemente ao meio ambiente. O estudo mostrou que o treinamento dos funcionários garante o aumento de 26,67% nas habilidades dos mesmos, diminuem os defeitos em 18,46%, os recortes em 20,51% e o excesso de processamento em 25,0%. Além de que a redução mensal de 10,0% de sucata

reduz a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) em 3349 kg por mês e que cada 10,0% de defeitos reduzidos por mês gera uma redução de 655 kg de COV (Gupta et al., 2017).

Devido aos benefícios gerados pela aplicação de práticas de PE, este estudo aplicou em uma empresa que atua no ramo de construção civil práticas da PE, aliado com estudos de tempos de produção e Mapeamento de Fluxo de Valor. Portanto, o estudo tem como objetivo propor melhorias nos processos da linha automática de uma empresa do ramo de construção civil utilizando algumas ferramentas na manufatura enxuta.

2. BACKGROUNDS

A PE foi introduzida pela Toyota no Japão no final dos anos de 1940, com o Sistema Toyota de Produção (STP), após a Segunda Guerra Mundial. O momento apresentava um cenário instável, onde tinha-se baixa disponibilidade de recursos e um mercado consumidor disperso devido à crise econômica vivenciada na época (Bhasin & Burcher, 2006).

Por volta de 1990, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), apresentaram após uma pesquisa de cinco anos que os Sistema Toyota se mostrava mais eficiente do que um sistema de produção em massa, o qual era muito utilizado na época. Com essa descoberta, foi criado o termo 'Produção Enxuta', que se apresentava como uma metodologia totalmente distinta das já existentes na época (Lean Institute Brasil, 2019).

Rizzo (2012) alega que a PE surgiu como um sistema de manufatura cujo foco é melhorar os processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdícios. E os principais objetivos da PE são: otimização, qualidade, flexibilidade do processo, produção sob demanda, manter o compromisso com clientes e fornecedores, e redução dos custos de produção.

O conceito de Manufatura Enxuta se propagou ao redor do mundo e várias são as definições dadas a esta filosofia, dando origem a diversos conceitos. Shinohara (1988) definiu a PE como a busca por uma forma de produção que use o mínimo de equipamentos e mão-de-obra necessária para produzir bens, com qualidade, no menor tempo possível e sem a presença de desperdícios (elementos que não contribuem para atender as expectativas do cliente).

Já Shah e Ward (2007) definiram a PE como um sistema integrado, onde sua principal finalidade é eliminar os desperdícios por redução ou maximização concomitante de variabilidade de fornecedor, interna ou do consumidor. De maneira geral, o STP busca proporcionar uma produção com qualidade mais elevada, custos reduzidos e menor *lead time*, através da redução ou eliminação de desperdícios (Lean Institute Brasil, 2019).

Womack e Jones (1996) apresentam algumas etapas as quais pretendem orientar a alta gerencia das empresas para uma transformação ao pensamento enxuto. Primeiro deve-se definir o que gera valor ao cliente final, após é importante, se possível, eliminar os processos que não agregam valor. Com isso, permite-se que o produto flua de maneira mais fácil e insere-se uma produção puxada pelos clientes. Na sequência, o processo deve ser iniciado novamente, sempre buscando o aperfeiçoamento e melhoria contínua.

Além dos conceitos mencionados, é importante ressaltar que Ohno (1997) aborda a existência de dois pilares necessários para a sustentação do STP, o *Jidoka* (autonomação) e o *just-in-time*. Segundo Leite et al. (2016), autonomação é o fundamento de garantia da mais alta qualidade, pois os pontos de anomalia devem ser detectados rapidamente, de forma que se possa garantir um produto livre de defeitos, seja possibilitando aos equipamentos ou aos operadores a capacidade de detecção e correção dos problemas ou impedindo que o erro ocorra.

Ainda de acordo com Ohno (1997), os equipamentos podem evitar problemas “automaticamente” e não pela simples automação. Tal afirmação implica dizer que as máquinas devem ter autonomia para parar a linha de produção, se assim for necessário, na ocorrência de problemas que possam causar perdas.

3. DESCRIÇÃO DE ALGUMAS FERRAMENTAS

A aplicação de algumas ferramentas *Lean Manufacturing* no processo industrial é fundamental para que a PE alcance os objetivos e contribua para a obtenção de resultados positivos. Nesse sentido, a seguir estão descritas algumas das principais ferramentas que são instrumentos básicos para a implantação de um sistema enxuto de produção.

Uma destas ferramentas é um dos pilares citados por Ohno (1997), o *just-in-time* significa que em um processo as partes corretas necessárias à montagem chegam à linha de produção no momento exato em que serão utilizadas e somente na quantidade necessária para satisfazer a demanda definida.

O *just-in-time* se baseia no *heijunka*, que permite nivelar o tipo e a quantidade que será produzida em determinado período de tempo. Isso faz com que o excesso de estoque seja evitado, permite atender de forma eficiente a demanda gerada pelos clientes, minimiza custos, mão-de-obra utilizada durante o processo e reduz o *lead time* (Lean Institute Brasil, 2019).

O sistema *just-in-time* é constituído por três elementos: *takt time*, sistema de produção puxado e fluxo contínuo. O *takt time* é o tempo mais importante dentro de um sistema enxuto e tem por objetivo dar o ritmo à produção por meio do alinhamento entre a demanda e o que é produzido. O *takt time* é calculado dividindo o tempo que se tem disponível para a produção pela demanda de produtos. Além do *takt time*, existe também o tempo de ciclo, sendo definido basicamente como o tempo necessário para produzir partes de um processo (Lean Institute Brasil, 2019).

Além disso, o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) consiste numa ferramenta de representação de mapas gráficos de processos que permite ajudar a compreender toda a sequência de atividades e fluxos de materiais e informação desde o pedido realizado pelo cliente até a entrega do produto final. Todas as atividades da cadeia devem fazer parte desse mapeamento (Womack & Jones, 2004). A Figura 1 mostra um modelo mapa de um fluxo de valor.

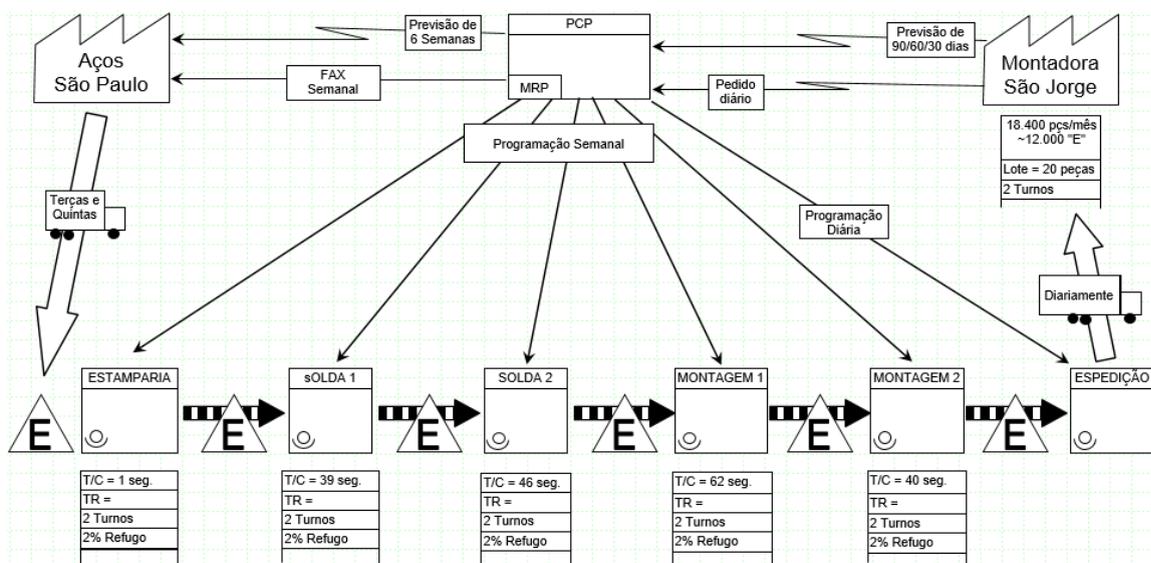


Figura 1 - Modelo mapa de fluxo de valor. Fonte: Lean Institute Brasil (2019).

O MFV é uma ferramenta que permite ampliar o desempenho de uma organização. Para que o mapeamento seja elaborado de maneira eficaz, deve preferencialmente ser desenvolvido pela alta administração, pois dessa maneira, há garantia de que o estado futuro do mapeamento será relevante e sua implementação será levada a diante. Além disso, o importante é não poluir o mapa com informações desnecessárias, permitindo uma boa visualização da situação atual e mostrando de forma clara as possibilidades de mudança que podem ser obtidas (Lean Institute Brasil, 2019).

Portanto, as seções 2 e 3 apresentaram um breve referencial teórico a cerca da temática. A seção seguinte mostra a metodologia do trabalho.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho realizou um estudo de caso em uma empresa de grande porte que atende ao mercado de construção civil, localizada na região Sul do Brasil. O estudo de caso foi desenvolvido no setor de pincéis imobiliários. Inicialmente foi realizada a definição das famílias de produtos. Por meio de uma matriz “produto vs processo”, foram identificados produtos que tinham similaridade de processos e estes foram agrupados na mesma família. Definidas as famílias de produtos em conjunto com a coordenação e gerência da fábrica, foi determinado que a família de produtos da ‘linha automática’ seria o foco da atuação, devido às novas e otimistas projeções de vendas.

Em seguida, foi realizada uma análise detalhada em cada processo visando encontrar oportunidades não identificadas no MFV. Finalizada a fase de análise, foram listadas todas as possíveis melhorias e estas foram classificadas em oportunidades do *Lean Manufacturing*. Com as propostas já definidas foi desenhado um MFV futuro, sendo possível visualizar as reduções em distintos tempos de produção e outros aspectos importantes para a melhoria da eficiência da linha. A fábrica trabalha em 3 (três) turnos por dia, de segunda-feira a sábado.

5. RESULTADOS

A família de produtos escolhida para análise foi da linha automática. O processo produtivo inicia-se paralelamente nos setores de injeção e metalurgia, onde são produzidos respectivamente, os cabos plásticos e as virolas (suporte metálico) que são componentes básicos para a montagem do pincel imobiliário.

Após manufaturar os componentes básicos eles são encaminhados para o setor de montagem. A linha com estrutura para a montagem dos produtos desta família representa o conjunto de oito máquinas que são interligadas em um fluxo contínuo e controladas via sensores, conforme apresentado em destaque na Figura 2.

A família estudada é composta por 30 referências, sendo estas limitadas pelos tamanhos de 1 ½”, 2” e 2 ½” polegadas (comprimento da virola) e tamanhos médios ou duplos (espessura/largura das virolas e cabos). Atualmente a linha automática engloba desde o processo de montagem de cabeça até a etiquetagem.

A Figura 3 (Apêndice) mostra a elaboração do MFV do estado atual. Além disso, o processo possui um *lead time* de 272 dias. O alto valor do *lead time* é gerado devido à necessidade de ter um alto volume de matéria-prima que são provenientes de fornecedores fora do Brasil, devido ao tempo de entrega ser de aproximadamente 120 dias. Ainda assim, o estoque encontrado é o dobro do necessário, mostrando uma grande oportunidade de redução de capital de giro.



Figura 2 - Fluxograma do processo. Fonte: Autoria própria (2019).

Nota-se que em todo o processo apenas 16,53 segundos realmente agregam valor ao produto. O *takt time* calculado foi de 9,6 segundos, ou seja, para que a empresa consiga atender sua demanda é necessário produzir uma peça a cada 9,6 segundos.

O valor do *takt time* chamou atenção, pois o intervalo de tempo é bem superior a todos os tempos de ciclos do processo, entretanto a linha ainda tem dificuldades em atingir sua demanda mensal. Nesse sentido a Figura 4 mostra o Tempo de Ciclo (T/C) em relação ao *takt time*.

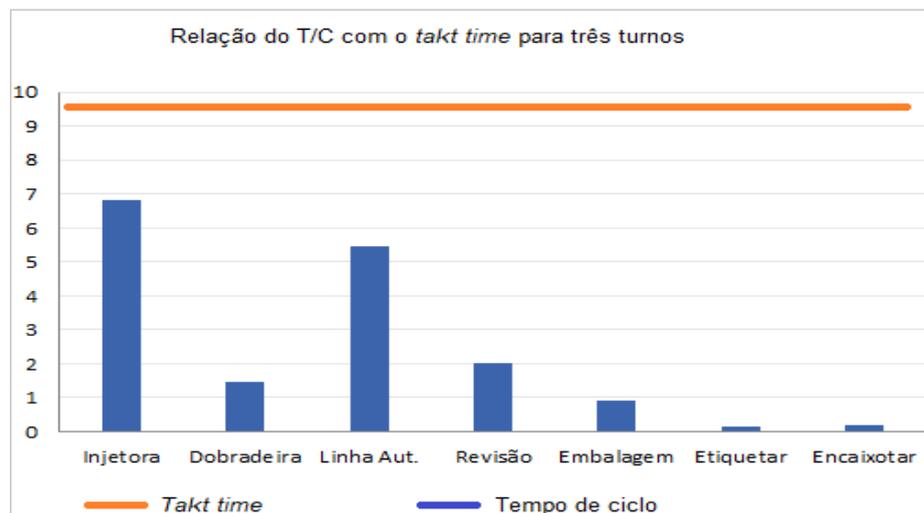


Figura 4 - Tempo de Ciclo em relação ao *Takt Time*. Fonte: Autoria própria (2019).

Com a elaboração do MFV foi possível a realização de uma análise detalhada do processo visando verificar se existiam outras oportunidades de melhoria que a princípio não foram identificadas. Concluída essa análise, foram listadas todas as oportunidades encontradas no estudo, conforme mostra o Quadro 1.

Processos	Diagnóstico de Aspectos/Impactos ambientais	Oportunidades de Processos (<i>lean</i>)
Processo 1: Injeção de cabos	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminação de matéria-prima; <ul style="list-style-type: none"> • Refugos de cabos; • Consumo extra de matéria-prima; • Consumo de energia extra (peças retrabalhadas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Estoques desorganizados; <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores falhos; • Manutenção em estado crítico; • Colaboradores com dificuldades de operação.
Processo 2: Metalurgia	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de refugos metálicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempos elevados de <i>setup</i>; <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kanban</i> falho; • Peças ruins passando pela revisão e causando problemas no processo de acabamento.
Processo 3: Montagem da cabeça	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo extra de matéria-prima (Cerdas e/ou filamentos); • Refugo (contaminação) da matéria-prima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de <i>setup</i> elevado; • Treinamento operacional.
Processo 4: Colagem	<ul style="list-style-type: none"> • Desperdício de cola - consumo além do definido em roteiro; • Refugo por vazamento de cola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção em estado crítico; • Trabalho sem padrão.
Processo 5: Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Refugo/retrabalho devido a peças mal encabadas; • Consumo extra de energia (retrabalho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção em estado crítico.
Processo 6: Secagem	<ul style="list-style-type: none"> • Desperdício de energia visto que o equipamento tem um alto consumo e não gera nenhum valor ao processo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção em estado crítico; • Equipamento que não agrega valor ao processo.
Processo 7: Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de refugos com alto valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamento fora das condições básicas de operação.
Processo 8: Aparelhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo extra de energia (retrabalho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de tempo padrão para afiação de facas.
Processo 9: Gravação	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo extra de energia e matéria-prima (retrabalho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de <i>setup</i> elevado; • Operador sem treinamento eficiente.
Processo 10: Etiquetagem	<ul style="list-style-type: none"> • Refugo de etiquetas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Processo adequado.
Processo 11: Revisão	<ul style="list-style-type: none"> • Processo sem danos ambientais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não agrega valor ao produto.

Quadro 1 - Listas de oportunidades de melhorias do processo. Fonte: Autoria própria (2019).

Com aplicação das oportunidades de melhoria houve uma redução no capital de giro da empresa e uma minimização do espaço físico de armazenagem, visto que, no almoxarifado o estoque de filamentos e cerdas passou de 250 dias para 140 dias (120 dias é o tempo de resposta do fornecedor e 20 dias de estoque de segurança).

Na parte de embalagens, o novo equipamento necessitará possuir uma Eficiência Operacional Máxima (OEE) de 85% para garantir a embalagem da demanda total de pincéis imobiliários em 2 turnos. A OEE, segundo Nakajima (1988) é um dos indicadores usados na melhoria contínua e serve para medir o desempenho de um equipamento, sendo assim, esse desempenho pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade (\%)} * \text{Desempenho (\%)} * \text{Qualidade (\%)}$$

Onde:

Disponibilidade (%) = tempo de operação ÷ tempo programado para operar.

Desempenho (%) = produção real ÷ produção ideal.

Qualidade (%) = (produtos bons – produtos defeituosos) ÷ produtos bons.

Ainda, para que seja possível operar a fábrica em apenas 2 turnos, o tempo de ciclo deve ser de pelo menos 1,4 segundos e deve ter um *setup* inferior a 20 minutos.

Já as reduções do tempo de *setup* das injetoras, dobradeiras e da linha automática contribuem significativamente para o aumento da produtividade e consequentemente na aderência do mix de produtos. Outro fator que influencia diretamente nesses indicadores é a melhoria das condições básicas dos equipamentos.

Tais melhorias podem alavancar o OEE dos equipamentos para os 85% desejados pela diretoria da fábrica.

Existe uma etapa do processo responsável pela secagem dos produtos pintados chamado de magazine, o qual é um gargalo na produção. Com a padronização dos procedimentos operacionais, será possível retirar o magazine. Tal mudança irá impactar significativamente na produtividade, visto que trará um ganho de aproximadamente 700 peças por turno.

Na atual situação da empresa já é possível operar a linha somente em 2 turnos e atingir a demanda necessária, conforme mostrado na Figura 5, que representa os tempos de ciclos do processo em relação ao *takt time* calculado referente a 2 turnos, porém a margem para eventuais problemas é muito pequena, gerando um risco alto.

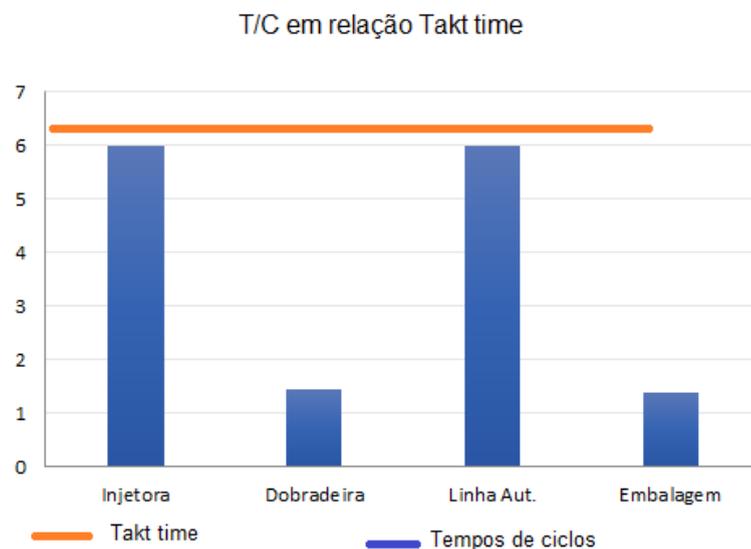


Figura 3 - Relação do tempo de ciclo com o *takt time* para dois turnos. Fonte: Autoria própria (2019).

Com as implementações de melhorias e uma nova análise do *takt time*, observa-se que com a mesma demanda (porém com 2 turnos) o *takt time* continua sendo superior aos tempos de ciclos do processo. Com isso a produção de uma peça ocorre a cada 6,4 segundos e não há necessidade de trabalhar em 3 turnos com a linha automática.

De modo geral pode-se resumir que a implementação das melhorias trará inúmeros benefícios ao processo, além de reduzir o Tempo de Agregação de Valor (TAV) em 10,3% e o *lead time*

do processo em aproximadamente 60%. Essas diferenças podem ser vistas no MFV futuro da linha, apresentado na Figura 6 (Apêndice).

Portanto, as Figuras 3 e 6 (ambas no Apêndice) mostram o MFV atual e futuro, respectivamente, podendo visualizar as melhorias nos tempos e nos processos da fábrica.

Com a implantação das propostas de melhoria, além do processo se tornar mais enxuto, poderá gerar ganhos ambientais. O consumo de energia da linha será reduzido em 33%, visto que será possível alcançar a demanda diária operando em 2 turnos ao invés de 3. Além disso, com a minimização e/ou eliminação dos refugos gerados nos processos haverá uma redução no consumo de matéria-prima, visto que as perdas serão corrigidas e, conseqüentemente, com a redução dos refugos haverá uma redução da geração de retrabalho (cabos) e de resíduos (folhas e cerdas).

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho foi realizado analisando a linha automática do processo produtivo de uma empresa no setor da construção civil, o qual apresenta oito máquinas interligadas em um fluxo contínuo, trabalhando em 3 turnos. O *lead time* atual da fábrica é de 272 dias e possui um estoque maior que o necessário. Dos tempos analisados, apenas 16,53 segundos agregam valor ao processo e o *takt time* é de 9,6 segundos.

Após os resultados gerados neste estudo foi possível mostrar como a linha poderia ser mais enxuta. Com a aplicação das medidas apresentadas, o capital de giro da empresa seria reduzido, assim como o estoque que cairia de 250 para 140 dias. O *lead time* teria uma redução de 110 dias. Além disso, busca-se uma redução no *setup* das máquinas, o que geraria um aumento da produtividade da linha e também poderia elevar a OEE até o valor desejado de 85%.

Torna-se possível operar a fábrica em apenas 2 turnos, pois ainda assim, o *takt time* é maior que tempo de ciclo, sendo produzida uma peça a cada 6,4 segundos, o que satisfaz a demanda da planta. Em conjunto aos ganhos técnicos existem os ganhos relacionados ao aspecto ambiental, como a redução de 33% no consumo de energia da fábrica e uma redução de refugos, retrabalho e conseqüentemente uso de matéria-prima, devido a correções realizadas nos processos.

Com a realização da pesquisa bibliográfica e do estudo de caso, foi possível perceber que as práticas utilizadas se complementam e podem ser implantadas de maneira conjunta, colaborando para um maior desempenho e eficiência dos processos da fábrica. De modo geral, conclui-se que a integração dos conceitos abordados neste trabalho colabora para a minimização de refugos e retrabalhos na redução do consumo de insumos, no aumento da eficiência do processo, no aumento da qualidade dos produtos e da produtividade. Desta forma, permite que a empresa seja mais competitiva e atenda às necessidades e requisitos exigidos pelo mercado.

As mudanças sugeridas necessitam de tempo para avaliação, pois como qualquer alteração precisa de uma análise detalhada e participação ativa de todos os membros da empresa, o que pode ser uma limitação para a inserção de tais alterações. Caso as mudanças sejam implementadas, uma sugestão para trabalhos futuros seria analisar a situação futura da empresa percebendo a nova situação e comparando a efetividade dos resultados.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v 17, n.1, p. 5672.
- Elias, S. J. B., & Magalhães, L. C. (2003). Contribuição da produção enxuta para obtenção da produção mais limpa. In: *23º Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto.
- Ferreira, R. (2018). *Sistemas Lean*. (1ªed.). (Vol. 1). Editora Poisson.
- Gupta, V., Narayanamurthy, G., & Acharya, P. (2017). Can lean lead to green? Assessment of radial tyre manufacturing processes using system dynamics modelling. *Computers & Operations Research*, p.1-23, abr. Elsevier BV.
- Lean Institute Brasil. (2019). Instituto Lean no Brasil. Disponível em: <https://www.lean.org.br/>. (25 de Junho de 2019).
- Leite, J. P., Souza, L. F. C., Pereira, D. A. M., & Viesi, W. T. (2016). Implantação de práticas e ferramentas lean em uma indústria de calçados de grande porte. *Veredas: Revista Eletrônica de Ciências*, Recife, v. 9, p.1-17.
- Mittal, V. K., Sindhvani, R., Kalsariya, V., Salroo, F., Sangwan, K. S., & Singh, P. L. (2017) Adoption of integrated lean-green-agile strategies for modern manufacturing systems. *Procedia Cirp*, v. 61, p.463-468. Elsevier BV.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press Cambridge, MA.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 149p.
- Rizzo, G. P. V. (2012). *Produção enxuta e produção mais limpa: proposta metodológica integrada*. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia de Fabricação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Rizzo, G. V., & Batocchio, A. (2011). Manufatura Sustentável: Estudo e Análise da Adopção Articulada das Técnicas de Produção Mais Limpa e Produção Enxuta. In.: *3ª International WorkShop Advances in Cleaner Production*, São Paulo.
- Shah, R., & Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*. v. 21, p. 129 – 149.
- Shinohara, I. (1988). *New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries*. Productivity Press.
- Tomazela, M. (2007) Administração limpa e enxuta em sistemas hidráulicos de colhedoras de cana-de-açúcar: uma proposta metodológica. 185 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- UNIDO. (2018). World Manufacturing Production. Disponível em: <http://stat.unido.org/content/publications/world-manufacturing-production;jsessionid=B1B3332FE5D3D2C29948757345BED54C>. (25 de Junho de 2019).
- Womack, J. P., & Jones, D.T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *A mentalidade enxuta nas empresas*. (6ªed.) Rio de Janeiro: Campus.

APÊNDICE

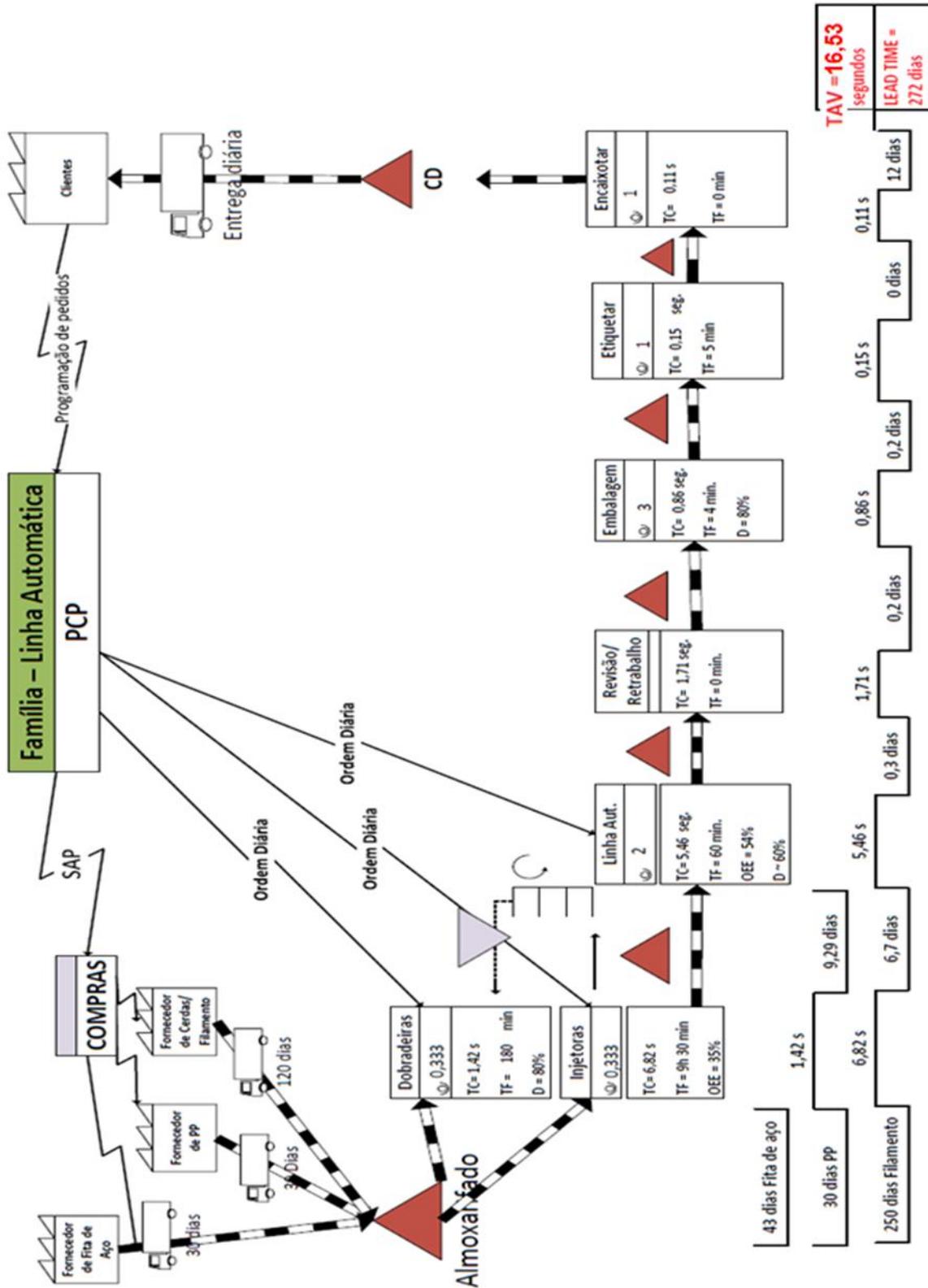


Figura 3 - MFV do estado atual da linha automática. Fonte: Autoria própria (2019).

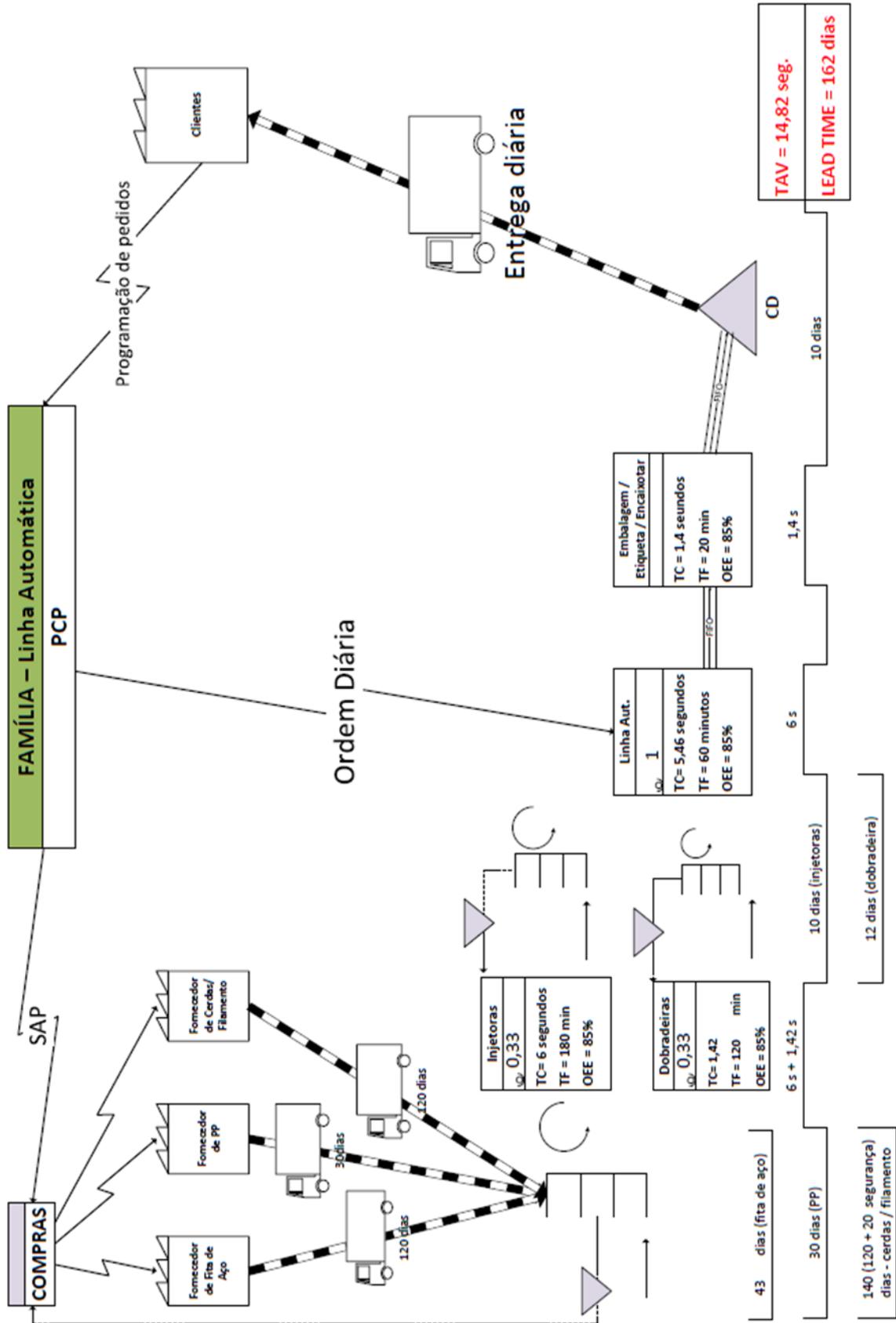


Figura 4 - MFV do estado futuro da linha automática. Fonte: Autoria própria (2019).