

## REDUZINDO OS DESPERDÍCIOS DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FIOS E CABOS ELÉTRICOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE GESTÃO INDUSTRIAL LAYOUT CELULAR

Matheus das Neves Almeida, Francimara Carvalho da Silva, João Luiz Kovaleski

**Resumo:** Dentre as diversas Técnicas de Gestão Industrial (TGI) disponíveis na literatura, este artigo tem por objetivo propor a implementação da técnica células de produção nos processos de fabricação de uma empresa de fio e cabos elétricos. Diante disso, selecionou-se a família de produtos que mais tem impacto nos resultados da empresa e levantou-se as variáveis necessárias para compor o *Value Stream Mapping* (VSM) do estado atual dos processos dela. Posteriormente, verificou-se as melhorias diante da mudança no *layout* proposto por meio do VSM do estado futuro. Com isso, foi possível identificar e reduzir os desperdícios com estoque de produtos em processos, movimentação desnecessária e superprodução. Ademais, os ganhos corroboram com os resultados encontrados na literatura em que a redução dos indicadores (distância percorrida pelos produtos, estoque, *lead time* e operadores) foi em média de 44%. Diante disso, é possível inferir que as empresas podem fazer uso de TGI, como as células de produção, para enxugar seus processos e ao passo que melhoram seu desempenho ao reduzir custos, diminuir o tempo de resposta ao pedido dos clientes e consequentemente aumentar o lucro.

**Palavras chave:** células de produção, Técnicas de Gestão Industrial, redução dos desperdícios

## REDUCING THE WASTE OF A WIRING AND CABLE MANUFACTURING PROCESS USING THE CELL LAYOUT INDUSTRIAL MANAGEMENT TECHNIQUE

**Abstract:** Among the various Industrial Management Techniques (IMT) available in the literature, this article aims to propose the implementation of the production cells technique in the manufacturing processes of a wire and cable company. Given this, we selected the family of products that most impact the company's results and raised the variables necessary to compose Value Stream Mapping (VSM) of the current state of its processes. Subsequently, the improvements were verified due to the change in the proposed layout through the future state VSM. Thus, it was possible to identify and reduce waste with product inventory in processes, unnecessary movement and overproduction. In addition, the gains corroborate those found in the literature in which the reduction in indicators (distance traveled by products, stock, lead time and operators) averaged 44%. From this, it can be inferred that companies can use IMT, such as production cells, to streamline their processes while improving their performance by reducing costs, reducing customer response time and thereby increasing profitability.

**Key-words:** production cells, Industrial Management Techniques waste reduction

### 1. Introdução

O Brasil vem passando por uma recessão econômica que se iniciou no segundo trimestre de 2014 com uma redução no produto *per capita* de 9% nos dois anos subsequentes, e essa situação criou um ambiente que bloqueia a recuperação imediata da economia brasileira (BARBOSA FILHO, 2017).

De acordo com Lacerda (2017), o impacto dessa recessão atingiu diferentes setores produtivos, dentre eles o da construção civil e toda a sua cadeia de fornecedores e prestadores de serviços. Dentro deste contexto, estão as empresas de fios e cabos elétricos

que buscam reduzir custos de produção para se manter no mercado em recessão.

Segundo Dos Santos et al. (2016), a escolha correta de um *layout* gera benefícios a uma organização, pois ela pode otimizar a utilização de seus recursos em busca da melhoria contínua. Corroborando com o exposto, Chambers, Johnston e Slack (2010) enfatizam que mudanças no *layout* podem afetar os custos e a eficiência das operações. Neste sentido, propor uma mudança no *layout* do chão de fábrica para enxugar os seus processos produtivos por meio da implementação da Técnica de Gestão Industrial (TGI) *layout* celular pode ser uma saída para otimizar os recursos na empresa de fio e cabos elétricos e assim reduzir seus custos de produção.

Para Ghotboddini, Rabbani e Raihmian (2011), essa técnica, além de reduzir os custos de produção, aumenta a flexibilidade do sistema com a produção de lotes pequenos. Além disso, Leal e Lombardi (2013) relatam que os maiores benefícios desse tipo de *layout* estão na simplificação e redução do custo de manutenção de estoque, quantidade de peças em processamento e nos tempos de *setup* e *lead time*.

Essa TGI é uma das ferramentas que contribuem para os objetivos do sistema *Lean* de Manufatura (LM) (FRITZEN; SAURIN, 2014) cujos objetivos são o aumento do lucro e da competitividade, diminuição dos custos, eliminação dos desperdícios e redução do tempo do ciclo (NALLUSAMY, 2016). Segundo Marksberry et al. (2010) e Yang e Yang (2013) o LM é um modelo de produção que tem por base a essência do Sistema Toyota de Produção, e sua filosofia está centrada na redução do tempo entre a colocação do pedido e a entrega do produto (*lead time*), eliminando o desperdício do fluxo de valor dos produtos (DIGHE; KAKIRDE, 2014). O STP pode ser assimilado à estrutura de uma casa com dois pilares de sustentação, que são a filosofia *Just-in-time* e o *Jidoka* ou Autonomia (JAYARAM, 2010; YANG, YANG, 2013). O pilar *Just-in-time* trabalha com números, procurando aliar os curtos tempos de preparação e as habilidades dos colaboradores para entregar os produtos no tempo e quantidade correta (THUN; et al, 2011). Além disso, ele depende de três fatores que se relacionam entre si: o fluxo contínuo, *takt time* e a produção puxada.

De acordo com Kaminski (2010), na produção puxada o material é enviado para a fabricação somente quando houver demanda por parte do cliente. Com base nessa demanda, calcula-se o *takt time* (tempo necessário para produzir um componente ou produto completo). Fazendo uso do *takt time* e da produção puxada, essa filosofia pode ser aplicada em todos os setores da produção, permitindo que o fluxo seja contínuo (LEITE; VIEIRA, 2015). Segundo Shingo (1996) e Pereira e Leite (2016), a ferramenta *layout* celular ou células de produção está estritamente alinhada ao pilar *just-in-time*, viabilizando a produção puxada e o fluxo contínuo (PEREIRA; LEITE, 2016; SHINGO, 1996).

Diante deste contexto, esse artigo tem por objetivo levantar os ganhos relativos à implementação de células de produção no processo de fabricação de uma empresa de fio e cabos elétricos. Para tanto, será verificado quais os desperdícios afetados por essa proposição, como também a sua quantificação, e provar se é possível essa implementação por meio do balanceamento dos operadores.

## 2. Metodologia

A metodologia empregada na realização desta pesquisa consiste em etapas executadas com a finalidade de atender o objetivo geral da investigação. Essas etapas estão contidas em dois processos: o de levantamento dos dados e o de tratamento e análise dos dados (Figura 1).

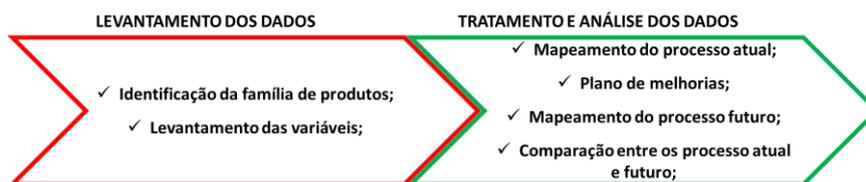


Figura 1 – Procedimentos técnicos da pesquisa

Verificando a Figura 1, nota-se em destaque os dois procedimentos técnicos adotados na pesquisa e suas respectivas etapas que serão detalhadas nas próximas subseções. Além disso, é válido ressaltar que as etapas do método se basearam nos autores Das et al (2014) e Peralta (2014).

### 2.1 Procedimento técnico de levantamento dos dados

O procedimento técnico de levantamento dos dados consistiu em executar duas etapas: a primeira refere-se à seleção da família de produtos e a seguinte trata-se do levantamento das variáveis dessa família selecionada.

Na seleção da família de produtos, buscou-se a que apresenta maior taxa de produção na empresa para servir como base do estudo. Para tanto, coletou-se os dados de produção dos produtos fabricados por meio do Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e *Material Requirement Planning* (MRP). Ao selecionar a família, iniciou-se a segunda etapa deste procedimento, que consistiu em coletar as variáveis dos processos produtivos referentes à ela. Diante disso, a Figura 2 apresenta as variáveis coletadas para atingir o objetivo da pesquisa.

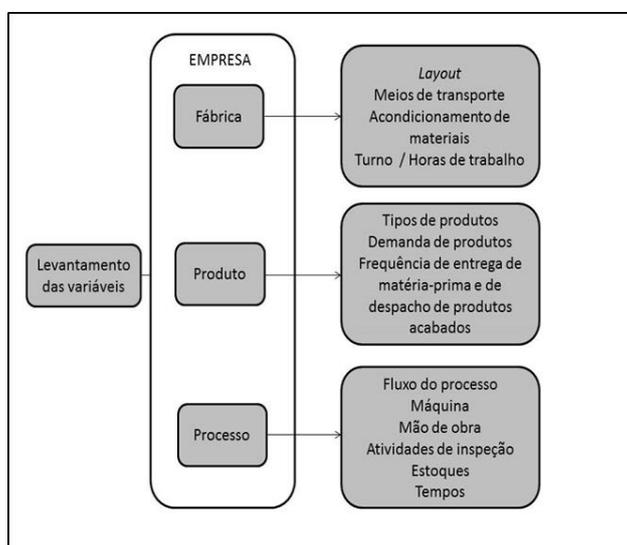


Figura 2 – Variáveis de interesse da pesquisa

Observando a Figura 2, verifica-se que foram considerados três fontes (a fábrica, o produto e o processo) que dão origem às variáveis da pesquisa. Os dados coletados relativos à fábrica estão ligados à logística de fabricação e às estruturas física e organizacional do setor de produção. Com relação ao produto, levantou-se as características físicas do produto acabado, semiacabado e da matéria-prima, tais como: dimensionamento, peso e embalagens, além das frequências das demandas e das necessidades dos clientes.

Quanto aos processos produtivos, coletou-se o fluxo deles, as quantidades de máquinas e

funcionários, os estoques intermediários e de produtos acabados, os tempos (ciclo, carregamento e descarregamento das máquinas, tempo de *setup*, tempo de inspeção e tempo de espera).

## 2.2 Procedimento técnico de tratamento e análise dos dados

O segundo e último procedimento técnico adotado foi subdividido em quatro etapas: mapeamento do processo atual, plano de melhorias, mapeamento do processo futuro e comparação entre os estados atual e futuro.

Para mapear o processo atual e futuro foi utilizado o *Value Stream Mapping* (VSM), que segundo Jasti e Sharma (2014) é uma das principais ferramentas do sistema LM, e ele representa visualmente os materiais e informações pertencentes ao processo produtivo, servindo para identificar oportunidades de melhorias. Corroborando com o exposto, Felício (2010) explana que o VSM permite analisar o funcionamento do fluxo de valor, identificar os desperdícios inerentes ao processo produtivo, bem como elaborar um plano de ação para reduzir e até mesmo sanar os desperdícios, visando melhoria contínua dos produtos, processos e serviços.

Posterior a isso, traçou-se o plano de melhoria com a implementação do *Layout* Celular. Vale ressaltar que se trata de uma proposição de mudança no *layout*. Ademais, utilizou-se o balanceamento dos operadores, que teve como parâmetro limitante o *takt time* para provar o pleno funcionamento das células propostas. Esse parâmetro pode ser calculado de acordo com a Equação 1 (Thomaz, 2015).

$$takt\ time = \frac{tempo\ total\ disponível}{demanda\ do\ cliente} \quad Eq. (1)$$

O tempo total disponível e a demanda do cliente presentes na Equação 1 foram duas das variáveis levantadas na subseção 2.1. Ao final, comparou-se os estados atual e futuro. Para isso, foram utilizadas algumas medidas de desempenho com o intuito de averiguar as reduções ou ganhos nos processos devido à implementação da técnica *layout* celular.

## 3. Resultados e discussões

A empresa tem em seu *mix* de produção um total de 112 produtos, que variam devido à suas características físicas (acabamento, tamanho e espessura) e finalidade de uso pela cor (fio de alta tensão, neutro, positivo e negativo). Devido à essa variedade, os autores Chen e Meng (2010) inferem que é necessário escolher uma família de produtos, e Peralta (2014) diz que essa é a fase de preparação do VSM, em que será escolhido o processo a ser mapeado. Portanto, o Quadro 1 exibe o resultado das famílias dos produtos, além da família escolhida para efeitos de análise dessa investigação.

Famílias	TREF 1	TREF 2	TOR 1	TOR 2	EXT 1	TOR 3	EXT 2	MED 1	MED 2	MED 3	EMBAL
Família A - 11 itens	x	x	x	x	x			x			
Família B - 4 itens	x	x	x		x				x		x
Família C - 46 itens	x	x	x		x		x	x			
Família D - 6 itens	x	x	x	x	x		x	x			
Família E - 12 itens	x	x	x		x	x	x	x			
Família F - 8 itens	x	x	x	x	x	x	x	x			
Família G - 8 itens	x			x				x			
Família H - 6 itens	x	x	x		x	x	x	x			
Família I - 6 itens	x	x	x		x	x				x	
Família J - 5 itens	x				x					x	

Fonte: elaboração própria

Quadro 1 – Famílias de produtos

A determinação das famílias do Quadro 1 deu-se por meio da matriz produto-processo, onde se observou os produtos que possuem etapas similares em seu processo de fabricação, e estes foram agrupados, constituindo assim dez famílias de produtos. Além disso, é possível observar em destaque no quadro citado que a Família B é a que foi escolhida para efeito de análise e ela é composta por 4 produtos que possuem etapas similares em seu processo. A sigla TREF significa a etapa de trefilar o vergalhão ou o fio de cobre; a TOR refere-se à etapa de torcer uma combinação de fios trefilados; a EXT-extrusar ou encapar os fios e cabos com PVC (policloreto de vinila); a MED-medir e cortar os cabos prontos em tamanho padrão que depende de cada produto e da comercialização, e a EMBAL-envolver as peças acabadas com embalagem personalizada da empresa.

A escolha dessa família baseou-se na inferência feita por Chen e Meng (2010), em que a família escolhida se deve ao fato de quanto os produtos participam do faturamento e crescimento da empresa. A Família B escolhida para análise corresponde a 84% do resultado da empresa. Ela é denominada pela empresa de cabo *flex mainstream*, este termo vem do inglês e significa fluxo ou corrente principal da empresa, corroborando com a ideia de maior relevância apresentada anteriormente.

Tendo em vista a família de produtos selecionada, partiu-se para o levantamento das variáveis de interesse para o mapeamento do estado atual via VSM e do *layout* atual. Para a elaboração da planta baixa, foram mensuradas as medidas de comprimento e largura das máquinas, como também as dimensões de toda extensão do chão de fábrica. O *layout* atual está disposto na Figura 3 com a plotagem dos mapofluxogramas dos processos.



(a) processo 1 com os cabos A e B

(b) processo 2 com os cabos C e D

Figura 3 – *Layout* atual do processo e seu mapofluxograma

Verificando a Figura 3, é possível observar a disposição das máquinas em cor verde, as matérias-primas e os produtos em processo em cor azul claro e os produtos acabados em cor amarelo. Além disso, o fluxograma com a simbologia ASME (PEINADO; GRAEML, 2007) foi plotado na planta baixa com a cor cinza, e se inicia na parte superior próximo à máquina T2

da figura citada. Como mencionado anteriormente, essa família é composta por 4 produtos (A, B, C e D), e para atender a demanda dos clientes, a empresa divide-a em dois processos, onde cada um suporta dois produtos. Dessa forma, optou-se por fazer duas plantas baixas para ilustrar os dois processos (Figura 3 a e b).

O levantamento das variáveis serviu, além da confecção do *layout*, para montar os VSM's do estado atual dos dois processos em questão, que está esboçado na Figura 4 e 5. Ademais, as figuras citadas esboçam os pontos críticos que serviram de base para traçar o plano de melhorias. Para ajudar no entendimento dos VSM's do estado atual dos processos, as siglas são descritas da seguinte forma: TCM – tempo de ciclo da máquina por peça; TM – tempo manual para carregar e descarregar as máquinas por peça; TSp – Tempo de *Setup* por peça; TIp – tempo de inspeção por peça; TE – tempo de espera por peça; Op – operador por máquina; e TC total – tempo de ciclo total da etapa do processo. Além disso, a peça considerada nesse estudo trata-se de 100 m de cabo e os tempos estão em segundos.

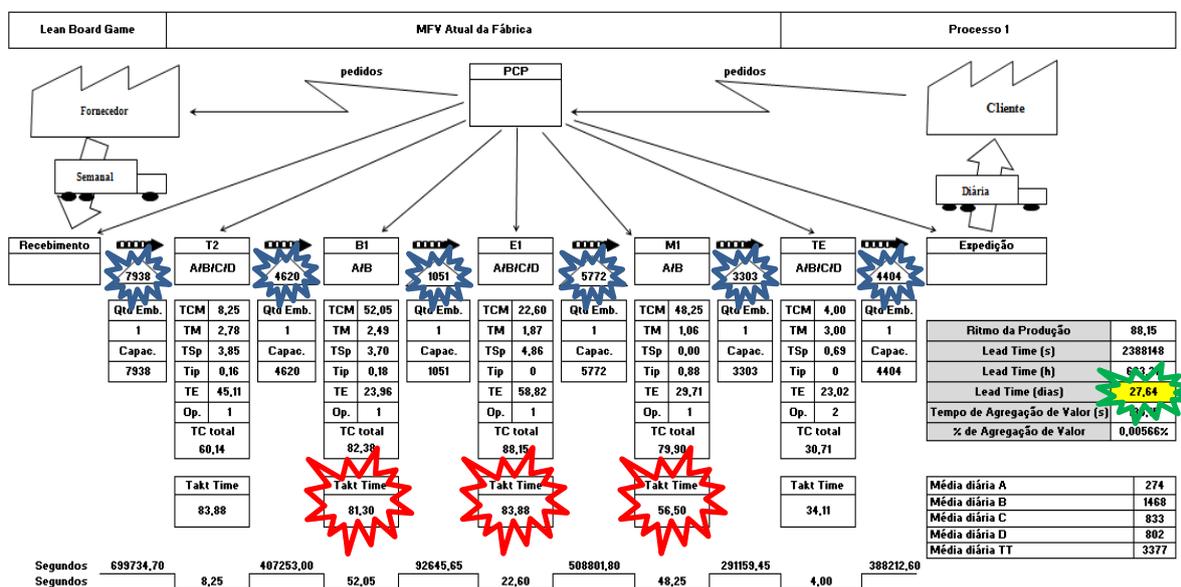


Figura 4 – Value Stream Mapping (VSM) atual do processo 1

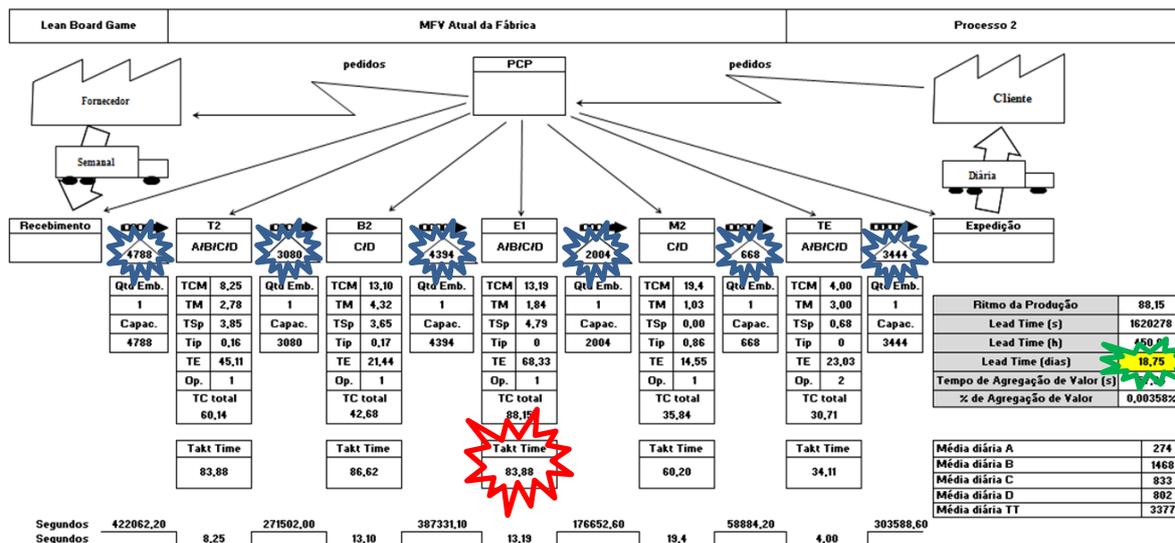


Figura 5 – Value Stream Mapping (VSM) atual do processo 2

Nota-se nas Figuras 4 e 5 que os pontos críticos a serem melhorados foram destacados da seguinte forma: os estoques em processo, que estão em azul; as atividades que não atendem ao *takt time*, que estão em vermelho; e os *lead time*, que estão destacados em verde.

Diante dos planos de melhoria, foi possível projetar os mapeamentos do estado futuro dos processos juntamente com os colaboradores da empresa (Figura 6 e 7). Os estados futuros dos processos são alcançados com a proposta da implementação de células de produção, além de outras ferramentas do LM que serão descritas.

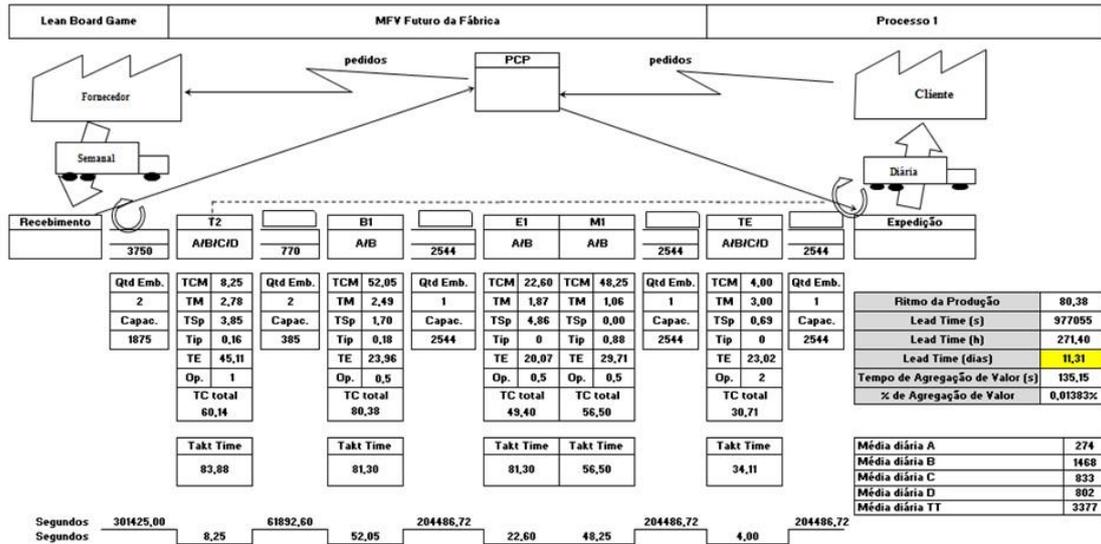


Figura 6 – Value Stream Mapping (VSM) futuro do processo 1

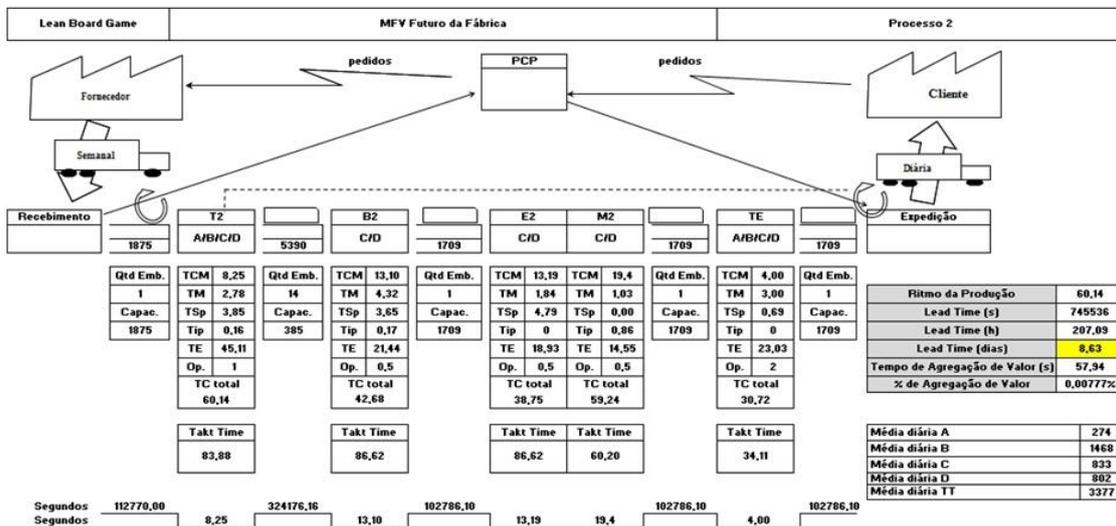
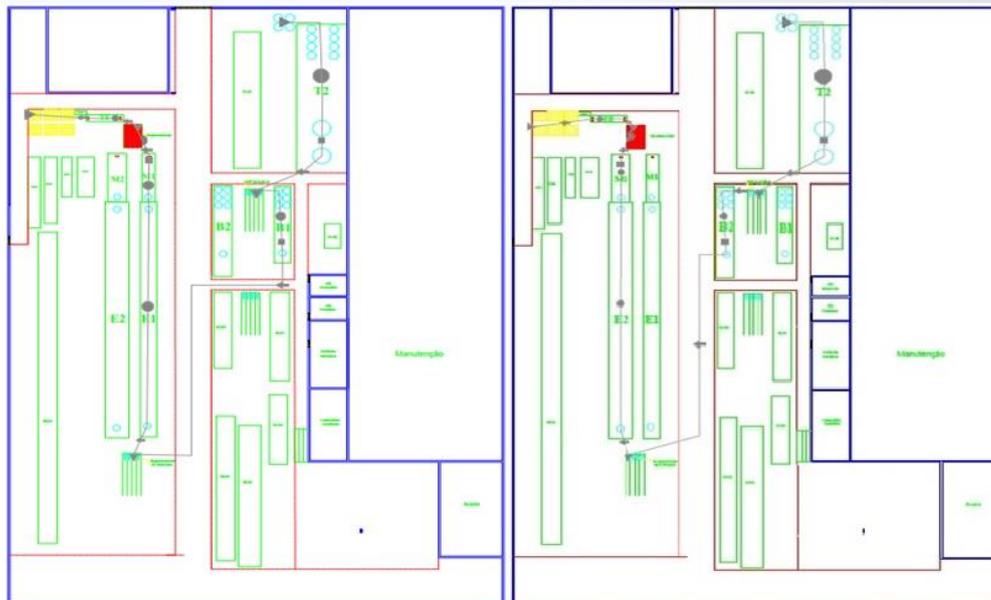


Figura 7 – Value Stream Mapping (VSM) futuro do processo 2

O estado futuro dos processos e suas melhorias podem ser observados nas Figuras 6 e 7, e quando comparados com o estado atual das Figuras 4 e 5, é possível notar as reduções nos estoques, no *lead time* e no atendimento da demanda diária, por meio dos tempos de ciclos total. Além disso, as células de produção propostas estão no agrupamento das máquinas E1 com M1, E2 com M2 e B1 com B2, onde foi possível reduzir o número de operadores (Figura 8).



(a) processo 1 com os cabos A e B

(b) processo 2 com os cabos C e D

Figura 8 – Layout futuro do processo e seu mapofluxograma

Na Figura 8 é possível observar a diferença dela com a Figura 3, principalmente devido aos agrupamentos das máquinas B1 e B2 formando uma célula de produção, e das máquinas E1 com M1, e E2 com M2 formando mais duas células de produção. Dessa forma, para cada célula é necessário um operador, totalizando 3 operadores, sendo que, anteriormente, cada máquina era operada por um operador, totalizando 6 operadores. Essa forma de agrupamento das máquinas vai de encontro com o plano de melhoria projetado nos VSM's futuros. Para provar que a redução do número de operadores não afetaria o funcionamento dos processos, ou seja, a quantidade de operadores propostas nas células atendia a demanda, e tendo em vista o menor valor do *takt time*, foi feito o balanceamento dos operadores que somou todos os tempos executados por eles.

Dessa forma, para os três operadores das células de produção projetadas, a soma de todos os tempos (manuais de carregar e descarregar as máquinas, deslocamento entre as máquinas, setup e de inspeção) envolvidos nas suas tarefas mais o tempo de deslocamento entre as máquinas não ultrapassa o menor *takt time* calculado nos VSM's futuros, e dessa forma, pode-se dizer que os operadores têm capacidade de operar duas máquinas previstas nas células de produção e ainda contar com tempos de folgas. Ademais, esse tempo de deslocamento é levado em consideração a ida e a volta dos operadores entre as máquinas.

Diante do plano de melhorias, principalmente pela proposição da Técnica de Gestão Industrial *layout* celular, foi possível propor a implementação das ferramentas do *Lean* Manufatura do pilar *Just-in-time*, tais como: fluxo contínuo, produção puxada e trabalhar de acordo com o *takt time*. Além de facilitar a implementação dessas ferramentas, os ganhos no setor de produção da empresa estudada trata-se da redução dos seguintes desperdícios: de estoque em processo, da superprodução e de movimentação desnecessária.

As reduções se deram devido à mudança do *layout* ao aproximar as máquinas na formação das células, e por trabalhar de acordo com o *takt time*, puxando a produção e produzindo de acordo com as demandas dos clientes. Esses ganhos podem ser evidenciados ao comparar o estado futuro com o atual nos VSM's e estão resumidos na Tabela 2.

Indicadores	Estado atual	Estado Futuro	Redução
Distância percorrida (processo 1)	262, 4 m	131, 4 m	50%
Distância percorrida (processo 2)	225,14 m	129, 58 m	42%
Estoques (processo 1)	27 toneladas	15 toneladas	44%
Estoques (processo 2)	18 toneladas	14 toneladas	22%
<i>Lead time</i> (processo 1)	28 dias	11 dias	60%
<i>Lead time</i> (processo 2)	19 dias	9 dias	53%
Operadores	18	11	39%

Tabela 2 – Ganhos observados com as células de produção,

Na Tabela 2 são expostos os ganhos adquiridos com as melhorias sugeridas. Ainda de acordo com a tabela 2, o percentual médio da redução do desperdício com a movimentação desnecessária (44% da distância percorrida) corrobora com o ganho relatado por Singh et al. (2018). A redução média do *lead time* (56%) para os dois processos foi superior às reduções planejadas por Ben Fredj-Ben Alaya (2016) e alcançada por Tyagi et al (2015), que foi de 50% em seus trabalhos. No geral, todas essas reduções explicitadas e expostas na tabela citada vão de encontro com o relato de Antony (2011), em que a implementação do LM acarreta em diversos benefícios para a empresa, dos quais ele destacou a redução do *lead time* e dos estoques, e conseqüentemente haverá uma redução dos custos.

### 3. Considerações finais

Na literatura é possível encontrar diversas Técnicas de Gestão Industriais, e dentre elas tem-se a célula de produção. Também, verificou-se em pesquisas anteriores, que essa TGI está estritamente vinculada ao sistema *Lean* de Manufatura, ao viabilizar a filosofia *Just-in-Time* e alinhando-se, principalmente, com as ferramentas produção puxada e fluxo contínuo.

O sistema LM trabalha na identificação e eliminação dos desperdícios, e com isso as empresas objetivam aumentar o lucro, diminuir os custos e reduzir o tempo de entrega dos pedidos dos clientes. Dessa forma, buscou-se nessa investigação relatar os ganhos inerentes a proposta de implementação de células de produção nos processos de fabricação de uma empresa de fios e cabos elétricos.

Os resultados demonstraram que os ganhos foram expressivos, principalmente com a redução dos desperdícios de estoque em processo, da superprodução e de movimentação desnecessária. Essas reduções foram mensuradas e giraram em torno de 44% no total, em que se pode destacar as seguintes: de 17 e 10 dias dos *lead time* para os processos examinados; de 16 toneladas de cobre dos estoques dos produtos em processos no geral; de 131 e 95 metros das distâncias percorridas pelos produtos dos dois processos; e de 7 operadores na produção. Além disso, foi possível provar que as células de produção propostas podem ser operadas pela quantidade de operadores projetados sem prejuízo a seu funcionamento, pois as somas de todos os tempos dos operadores nas células não ultrapassaram o *takt time*.

Com os resultados apresentados, é possível inferir que diante de uma crise econômica

financeira, as empresas, como as de fios e cabos elétricos, podem enxugar seus processos com o uso de TGI sem afetar sua eficácia, e aumentando sua eficiência.

## Referências

ANTONY, J. Six sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 185-190, 2011.

BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda. A crise econômica de 2014/2017. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 51-60, 2017.

BEN FREDJ-BEN ALAYA, Lamia. VSM a powerful diagnostic and planning tool for a successful Lean implementation: a Tunisian case study of an auto parts manufacturing firm. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 7-8, p. 563-578, 2016.

CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; SLACK, N. **Operations Management**. Harlow: Prentice Hall, 2010, 686p.

CHEN, Lixia; MENG, Bo. The application of value stream mapping based lean production system. **International journal of business and management**, v. 5, n. 6, p. 203, 2010.

DAS, Biman; VENKATADRI, Uday; PANDEY, Pankajkumar. Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 71, n. 1-4, p. 307-323, 2014.

DIGHE, Santosh B.; KAKIRDE, Abhay. Lean manufacturing implementation using value stream mapping: A case study of pumps manufacturing company. **International Journal of Science and Research**, v. 3, n. 6, p. 2492-2498, 2014.

DOS SANTOS, Lucas Almeida et al. Layout celular: proposta e implantação em empresa Start-up de tecnologia. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 6, n. 4, p. 3447-3460, 2016.

FELÍCIO, EDUARDO ALVES. Estudo da implementação do conceito da produção enxuta para a redução de resíduos em uma manufatura do ramo siderúrgico. **Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG**, 2012.

FRITZEN, Larissa de Souza Pedrosa; SAURIN, Tarcisio Abreu. Avaliação de práticas de produção enxuta em células de manufatura no setor automotivo. **Produto & Produção**, v. 15, n. 4, 2014.

GHOTBODDINI, M.M.; RABBANI, M.; RAHIMIAN, H. A comprehensive dynamics cell formation design: Bender's decomposition approach. **Expert Systems with Applications**, v.38, n.3, p.2478-2488, 2011.

JAYARAM, J.; DAS, A.; NICOLAE, M. Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 280-291, 2010.

KAMINSKI, T. M.; OLIVEIRA, J. H. R.; RIBEIRO, R. P.; OLIVEIRA, R. M.; SILUK, M. H. P. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30, 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010. p. 1-13.

LACERDA, Antonio Corrêa de. Dinâmica e evolução da crise: discutindo alternativas. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 37-49, 2017.

LEAL, Fabiano; LOMBARDI, Fabrício. Utilização da Simulação a Eventos Discretos no Dimensionamento de um Layout Celular. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2013. **Anais...** Natal: XLVSBPO, 2013.

LEITE, H. R.; VIEIRA, G. E. Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. **Production**, v. 25, n. 3, p. 529-541, 2015.

MARKSBERRY, P., BADURDEEN, F., GREGORY, B., KREAFLE K. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 6, p. 670-686, 2010.

NALLUSAMY, S. Frequency analysis of lean manufacturing system by different critical issues in Indian automotive industries. In: **International Journal of Engineering Research in Africa**. Trans Tech Publications, 2016. p. 181-187.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção. Operações industriais e de serviços**. Unicenp, 2007.

PERALTA, C. B. L. **Lean Healthcare: pesquisa-ação para implementação de melhorias em um processo de pronto atendimento infantil**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis.

PEREIRA, Daniel Moura; LEITE, João Pereira. Implantação de layout celular na montagem de cadernos. **Veredas Favip-Revista Eletrônica de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 58-74, 2016.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. Reimpressão 2011.

SINGH, H., BAHL, A., KUMAR, A., e MANN, G. S. Materials and Information Flow Analysis and Optimization of Manufacturing Processes in MSMEs by the Application of Value Stream Mapping (VSM) Technique. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 4, p. 28420-28426, 2018.

TYAGI, S.; CHOUDHARY, A.; CAI, X.; YANG, K. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. **International Journal of Production Economics**, v. 60, p. 202-212, 2015.

TEICHGRÄBER, Ulf K.; DE BUCOURT, Maximilian. Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. **European journal of radiology**, v. 81, n. 1, p. e47-e52, 2012.

THOMAZ, Leonel Jorgetto; DE GENARO CHIROLI, Daiane Maria. MELHORIA DA PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR. **Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP**, v. 11, n. 1, 2016.

THUN, J.; DRUKE, M.; GRUBNER, A. Empowering Kanban through TPS – principles – an empirical analysis of the Toyota Production System. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 23, p. 7089-7106, 2010.

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

YANG, C.; YANG K. An integrated model of the Toyota production system with total quality management and people factors. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 23, n. 5, p. 450-461, 2013.