



Utilização de mapeamento de processos através do diagrama de Spaghetti para Melhoria do layout de uma indústria de utensílios domésticos

Everton Luiz Vieira

Centro Universitário Internacional (UNINTER)

e-mail: vieiraevertton@gmail.com

Resumo

O presente trabalho teve origem na necessidade da melhoria do layout de uma indústria de utensílios domésticos em alumínio, para aperfeiçoamento e melhoria de seus processos de produção. Para esse fim, utilizou-se de ferramentas de diagrama de *Spaghetti* e fluxograma de processos e, para entender qual seria o melhor layout para o processo de produção de painéis, visando a redução de desperdícios. Os processos foram mapeados para desenho da situação atual, este levantamento foi realizado através de observações e coleta de dados, utilizando o fluxograma de processos e diagrama de *Spaghetti*, onde foram identificadas as AV - atividades que agregam valor e as NAV - atividades que não agregam valor. Desse modo, foram propostas algumas melhorias no layout, visando reduzir a movimentação e transportes realizados durante o processo. Com essa proposta foi possível projetar uma redução de 57,7% dos transportes realizados na empresa e uma nova configuração dos recursos no layout. A utilização destas ferramentas foi de muita utilidade para identificação dos desperdícios e melhoria dos processos.

Palavras-chave: Layout, Mapeamento de Processos, Diagrama de *Spaghetti*.

Abstract

The present work originated from the need to improve the layout of an aluminum housewares industry, to improve its production processes. For this purpose, Spaghetti diagram and process flowchart tools were used and, to understand what the best layout for the pans production process would be, aiming to reduce waste. The processes were mapped to design the current situation, this survey was carried out through observations and data collection, using the process flowchart and Spaghetti diagram, where the AV - activities that add value and the NAV - activities that do not add value. In this way, some improvements were proposed in the layout, aiming to reduce the movement and transport carried out during the process. With this proposal, it was possible to project a reduction of 57.7% of the transport carried out in the company and a new configuration of the resources in the layout. The use of these tools was very useful for identifying waste and improving processes.

Keywords: Layout, Process Mapping, Spaghetti Diagram.

1. Introdução.

Para que as empresas possam se tornar mais competitivas no mercado em que atuam, é necessário a melhoria contínua das práticas de gestão, dentro desse contexto o layout faz parte da área de manufatura que apresenta um alto impacto nos custos, por isso estudos que buscam a redução das distâncias percorridas podem aumentar a eficiência operacional. (SILVA *et al.*, 2012)

De acordo com Neumann e Fogliatto (2013) o planejamento do layout de uma empresa busca uma combinação ótima entre os elementos que configuram as instalações industriais, pois são motivados pela existência de diferentes fluxos de produção e a utilização diferenciada do espaço físico. Corrêa *et al.* (2001) cita que dentro das organizações os processos e atividades são formas de agregar valor aos produtos e serviços, para atendimento das necessidades dos consumidores.

O layout é a parte mais perceptível e visível em qualquer empresa, por isso a necessidade de estudá-lo sempre existe quando se pretende a implantação de um novo processo ou quando estiver realizando a reformulação do layout atual das empresas (PEINADO e GRAEML, 2007). De acordo com Vieira *et al.* (2019) e Vieira (2017) muitas empresas possuem problemas nos seus layouts e fluxos produtivos, isso ocasiona muitos problemas, os quais como consequência, causam prejuízos, que muitas vezes passam despercebidos pelos gestores das empresas. Pereira *et al.* (2016) utilizou o diagrama de *Spaghetti* para definir o posicionamento de paletes na separação de cargas divisíveis em um armazém, onde o mapeamento das atividades e fluxos foram identificadas com o diagrama, facilitando a análise das movimentações dentro do estoque da empresa estudada.

O objetivo geral deste trabalho será identificar melhorias no layout atual de uma empresa fabricante de utensílios domésticos na cidade de Marmeleiro – Pr, através da ferramenta do Diagrama de *Spaghetti*, buscando identificar e reduzir desperdícios de produção. Para alcançar o objetivo geral do trabalho, serão propostos os seguintes objetivos específicos: (I) Identificar o fluxo de processo e de pessoas a ser analisado para uma família de produtos do conjunto painéis; (II) Medir distâncias e desenhar o trajeto percorrido pelo colaborador/material; (III) Identificar movimentos desnecessários e propor melhorias para o layout.

2. Revisão de literatura.

Nesta sessão serão apresentados os conceitos sobre layout, diagrama de *Spaghetti*, desperdícios da produção e fluxograma de processo.

2.1. Layout.

Segundo (SLACK *et al.*, 2002; STEVENSON, 2001; MOREIRA, 1998; GAITHER E FRAZIER, 2001) o layout é a disposição de setores, células, equipamentos e instalações, com destaque na otimização da movimentação, mediante o sistema, com os componentes onde se aplica o trabalho. Logo, o layout é o modo de planejar o posicionamento de todas as estações de trabalho, máquinas, utilidades, áreas de: atendimento; armazenagem; refeitórios; corredores; bebedouros; banheiros; escritórios, além de, auxiliar na identificação e definição dos padrões de fluxo de pessoas e materiais que circulam na planta fabril.

Gerlach *et al.* (2017) realizou um estudo de melhoria no layout de um processo produtivo utilizando as ferramentas de Mapeamento do Fluxo de Valor, projeto de layout juntamente com o diagrama de *Spaghetti*, onde a combinação dessas ferramentas proporcionou a visualização dos desperdícios existentes no processo. O diagrama de *Spaghetti* se mostrou muito eficiente na identificação dos desperdícios de movimentação existentes durante a fabricação dos produtos estudados.

2.2. Diagrama de *Spaghetti*.

Segundo Pereira (2018) o diagrama de *Spaghetti* é uma das ferramentas Lean Manufacturing que ajuda a estabelecer o layout ideal a partir de observações das distâncias percorridas na realização de uma atividade ou processo produtivo. O Léxico Lean (2003) cita o diagrama de *Spaghetti* sendo o caminho percorrido por um produto na medida em que ele é movimentado ao longo de um fluxo de valor.

Pereira (2018) cita que para a construção de um diagrama de *Spaghetti*, o primeiro passo consiste no levantamento do layout atual das instalações da planta fabril, identificando pilares, portas, corredores, estações de trabalho e estoques de materiais. Continuando a ideia do autor, a próxima etapa consiste no traçado do diagrama de *Spaghetti*, utilizando o layout desenhado da empresa, deve-se traçar o caminho percorrido pelas pessoas e produtos. Após essa etapa será realizada uma análise crítica da situação atual do das movimentações realizadas no layout, onde é possível identificar os desperdícios que estão presentes no processo e propor melhorias.

Em estudos realizados por Martínéz *et al.* (2015) com o uso do diagrama de *Spaghetti*, foi possível visualizar os desperdícios e atividades que não agregam valor em uma unidade de emergência hospitalar, e através disso realizar a melhoria do layout. Com o uso do Diagrama de *Spaghetti* é possível identificar alguns desperdícios da produção que fazem parte da melhoria para o pensamento enxuto. Shingo (1981), conceitua pensamento enxuto como sendo a eliminação de desperdícios dentro das organizações. Desperdícios se referem a todos os elementos de um processo que só aumentam os custos e não agregam valor, ou seja, são atividades que não agregam valor ao produto, pelo ponto de vista do cliente, mesmo assim são realizadas dentro dos processos das empresas (OHNO, 1997).

Shingo (1981), considera 7 desperdícios existentes na produção:

- Transporte: movimento excessivo de colaboradores, peças ou informações, resultando em disponibilidade sem necessidade de capital, energia e tempo.
- Espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, informações e peças, resultando em um fluxo sem valor, aumentando o lead time dos processos.
- Processamento em excesso: situações em que existe retrabalho ou redundância de operações que não agregam valor ao produto e processo.
- Excesso de produção: produzir produtos em excesso ou cedo demais, resultando em excesso de estoques.
- Excesso de movimentação: ambiente de trabalho desorganizado, resultando em baixo desempenho se tratando de aspectos ergonômicos e perda de itens com frequência.
- Estoques: armazenagem em excesso e produtos faltando informações, o que resulta em baixo desempenho do serviço que é prestado ao cliente e custos excessivos.
- Defeito: produtos com não conformidades, ou baixo desempenho na entrega.

As atividades que não agregam valor são geradas por esses sete desperdícios, fazendo com que empresas gastem muitos recursos por não saberem como identificá-los, reduzi-los ou eliminá-los dos seus processos.

2.3. Fluxograma de Processos.

Os fluxogramas de processo são maneiras de representar através de símbolos gráficos, a sequência das etapas de trabalho, facilitando sua análise. Além de, representar os diversos passos ou eventos que podem acontecer durante a execução de um processo (PEINADO e GRAEML, 20074; BARNES, 1977). Os símbolos utilizados nos fluxogramas podem ser observados na Figura 1.

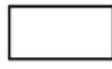
SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Operação: Ocorre quando se modifica intencionalmente um objeto em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes ou partes.
	Transporte: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é transferido de um lugar para o outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro.
	Espera ou demora: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento.
	Inspeção: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade.
	Armazenagem: Ocorre quando um objeto ou matéria prima é mantido em área protegida específica na forma de estoque.

Figura 1 – Simbologia para fluxograma de processo.

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

Segundo Vieira (2020) o fluxograma de processo e diagrama de *Spaghetti* são ferramentas que podem trazer ótimos resultados para as empresas, independente do porte ou atividades, pois é possível visualizar todos os atores envolvidos, atividades realizadas e suas movimentações durante os processos.

3. Metodologia.

O método apresentado nesta pesquisa é caracterizado quanto aos procedimentos de pesquisa como um estudo de caso, pois trata-se de um estudo aprofundado que, no viés de Gil (2002), estuda um ou mais objetos de forma a amplificar o campo de conhecimento. Os procedimentos metodológicos de Gil (2002) referentes a estudos de caso foram observados para o caso em exame.

Para conhecer o processo e coletar dados serão utilizadas observações não participantes, que segundo Miguel *et al.* (2010) o observador entra em contato direto com a comunidade, grupo ou o assunto estudado, somente observando não se envolvendo com eles. O uso de observações não participantes será realizado com o intuito de analisar os postos de trabalho; os fluxos de materiais; avaliações dos espaços e a localização das máquinas utilizadas no processo, o resultado das observações será anotado em folhas de papel A4. Também serão realizadas medições com uso de trena para identificar as distâncias percorridas pelos produtos e desenho do layout da empresa.

Para aplicação da técnica de mapeamento de processo com o Diagrama de *Spaghetti*, primeiramente serão analisados os processos de fabricação, as atividades desenvolvidas, operações, as esperas, a movimentação, o transporte, ou seja, as operações que agregam ou não valor ao processo, tudo isso através das observações. As operações serão classificadas como atividades que agregam valor (AV) e as outras que não agregam valor (NAV), essa classificação será realizada através do uso de fluxogramas. O Diagrama de *Spaghetti* será a ferramenta utilizada para identificar o percurso do produto do início até o final do processo de fabricação. Para anotações de campo serão utilizadas folha A4 e planilhas eletrônicas, e para a confecção do layout será utilizado software Autocad, o pesquisador possui conhecimentos sobre o uso do *software*.

4. Resultados.

Nesse capítulo serão apresentados dados referentes a empresa e seus processos de produção.

4.1. Apresentação da empresa.

A empresa estudada nesta pesquisa é fabricante de utensílios domésticos em alumínio, como: painéis de pressão, conjunto de painéis, canecos, chaleiras e formas. Está localizada na cidade de Marmeleiro – Paraná, possui um barracão com 2.000 metros quadrados, onde os processos são realizados para fabricação dos produtos. Conta com um quadro de 20 colaboradores divididos entre os setores produtivos e administrativo.

O produto escolhido para realização dessa pesquisa foi a família de conjuntos de painéis, composto por painéis nas medidas 20, 22, 24 e 26 cm de diâmetro, com acabamento em pintura pó. A justificativa se dá, devido ao volume mensal de vendas ser o maior entre os produtos, conforme Figura 2.

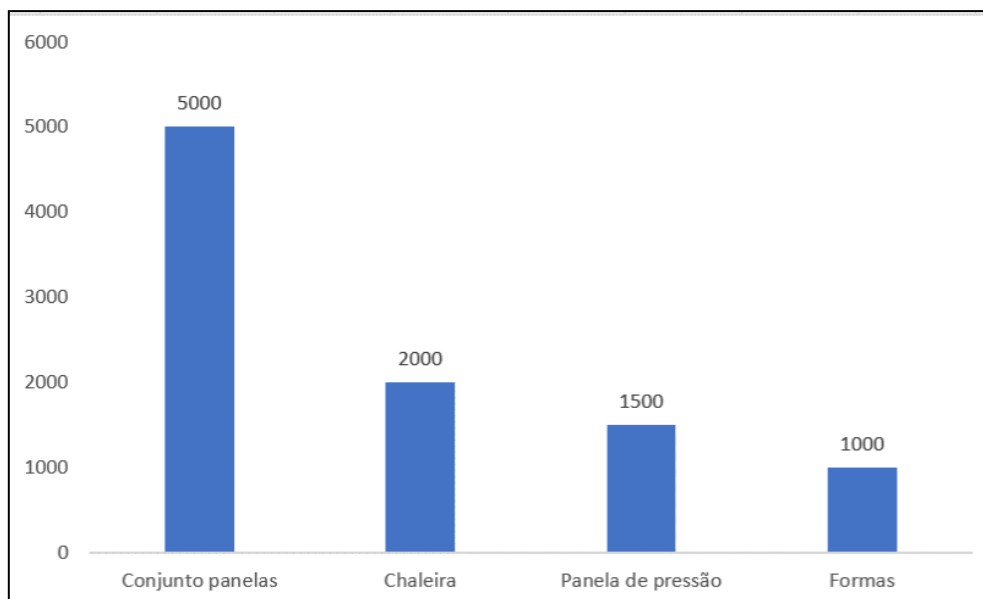


Figura 2 – Volume de vendas mensal por produto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se na Figura 2, que o conjunto de painéis corresponde a um volume mensal de 5.000 unidades por mês, seguidos pela chaleira, painel de pressão e formas. Esses dados foram extraídos do histórico de produção destes itens no período de doze meses.

4.2. Situação atual.

Para fabricação do conjunto de painéis, o produto necessita passar por vários processos, que serão descritos na Figura 3.

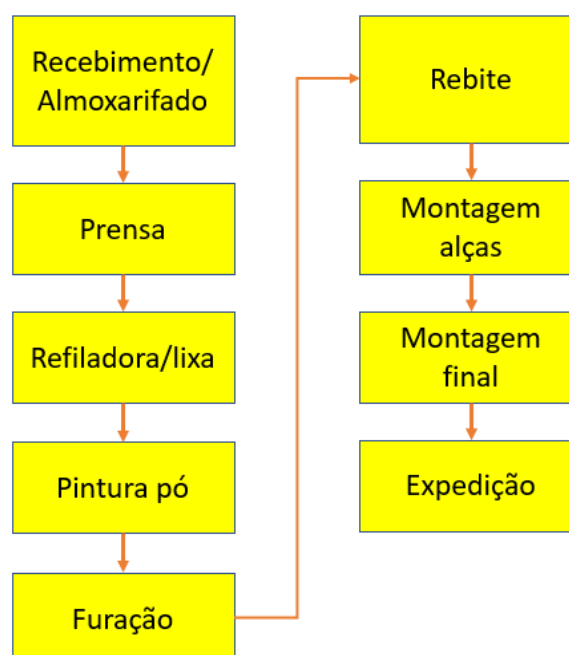


Figura 3 – Fluxo do processo de fabricação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira etapa do processo é o recebimento dos discos de alumínio, pelo setor de almoxarifado, após o recebimento e estocagem os discos são distribuídos para o processo da prensa, conforme ordens de produção.

A prensa realiza o processo de conformação do disco de alumínio, transformando-o em um “bojo”, que é o formato da panela, na Figura 4, é possível observar o processo de conformação.

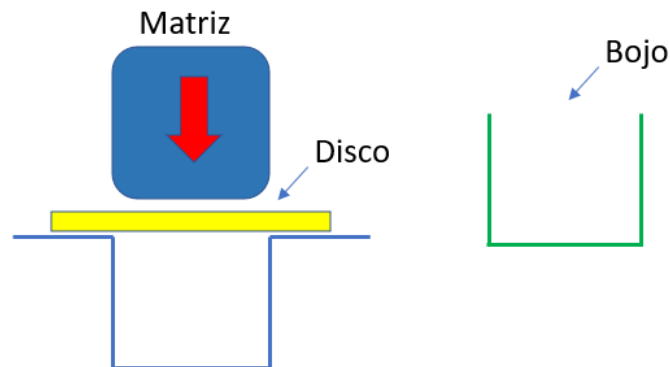


Figura 4 – Processo de conformação do disco de alumínio em “bojo”.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a conformação do disco o “bojo” segue para o processo de refilamento, onde o excesso de material será retirado através de uma ferramenta de usinagem de corte. Depois segue para o setor de pintura a pó, para que seja colorido de acordo com a ordem de produção, na pintura o produto passa por uma secagem em uma estufa estacionária, para que a tinta seja curada. Após pintura, as panelas passam para furação das laterais, para posteriormente rebitar o suporte das alças, que são encaixadas manualmente por um operador. Na sequência os conjuntos são montados e embalados, para que sejam enviados para expedição.

Com o entendimento do processo o layout da empresa foi desenhado em um *software CAD*, para isso, foram realizadas medições do barracão e máquinas, o desenho é apresentado na Figura 5.

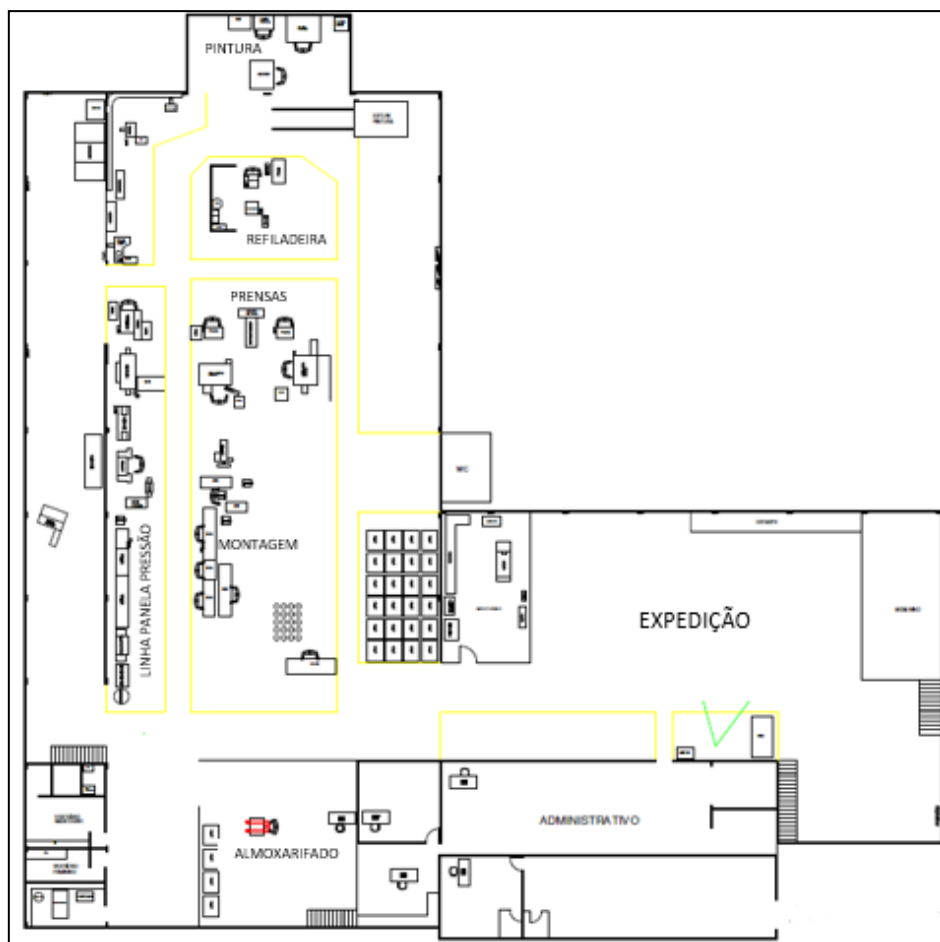


Figura 5 – Layout atual da empresa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foram realizadas medições das distâncias percorridas entre as movimentações do produto durante os processos, sendo identificadas as operações que agregam e não agregam valor, para isso, desenvolveu-se um fluxograma de processo, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Fluxograma de processo.

FLUXOGRAMA DE PROCESSO							
PROCESSO:		Fabricação de painéis					
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	DISTÂNCIA	PROCESSO				
Recebimento/armazenagem de materiais	Operador almoxarifado	-	●	→	U	□	▽
Levar discos até a prensa	Operador almoxarifado	45	○	→	U	□	▽
Realizar a conformação dos discos	Operador prensa	-	●	→	U	□	▽
Transportar bojos até refiladora/lixadeira	Operador lixadeira	8	○	→	U	□	▽
Refilar e lixar bojos	Operador lixadeira	-	●	→	U	□	▽
Transportar bojos até pintura	Operador pintura	28	○	→	U	□	▽
Realizar a pintura dos bojos	Operador pintura	-	●	→	U	□	▽
Transportar bojos pintados até estufa	Operador pintura	5	○	→	U	□	▽
Secagem da tinta	Estufa	-	●	→	U	□	▽
Transportar bojos pintados até furadeira	Operador pintura	33	○	→	U	□	▽
Furar bojos	Operador furadeira	-	●	→	U	□	▽
Levar até rebiteadeira	Operador furadeira	3	○	→	U	□	▽
Rebitar suporte da alça	Operador rebiteadeira	-	●	→	U	□	▽
Levar até mesa montagem	Operador rebiteadeira	2	○	→	U	□	▽
Montar alças	Operador montagem	-	●	→	U	□	▽
Montar painéis com tampas	Operador montagem	-	●	→	U	□	▽
Transportar painéis para estoque expedição	Operador montagem	35	○	→	U	□	▽
TOTAL:		159					

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o mapeamento do processo, utilizando o fluxograma, foi possível identificar que as movimentações que o produto realiza, correspondem a 159 metros com atividades de transporte, que não agregam valor ao produto. Foram identificadas um total de 17 atividades nesse processo, 9 agregam valor (operação) e 8 não agregam valor (transporte).

Para representar a movimentação do produto durante o processo, um diagrama de *Spaghetti* foi desenhado no layout, que está representado na Figura 6.

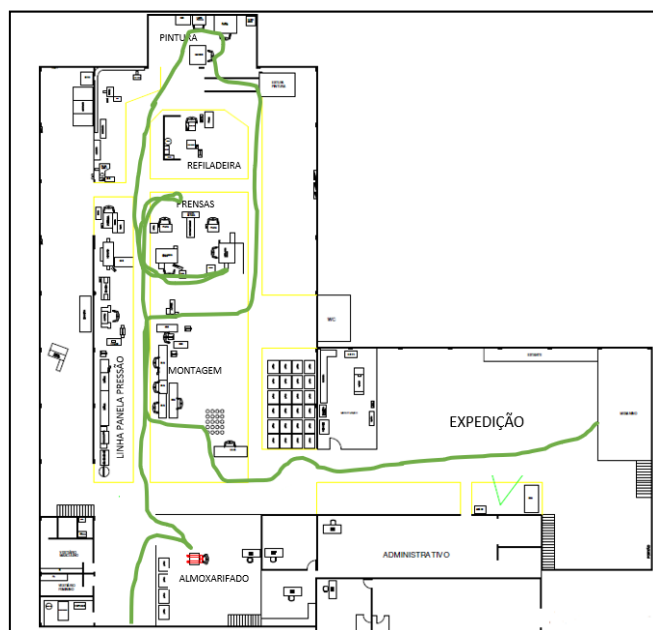


Figura 6 – Diagrama de *Spaghetti* situação atual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 7, é possível visualizar a linha na cor verde, que representa todo o caminho percorrido durante o processo de produção das placas, conforme descrito no fluxograma de processo, essa movimentação corresponde a 159 metros, na situação atual em que o layout está disposto. Nota-se que existem muitos transportes na execução do processo, devido à disposição das máquinas e configuração dos setores, essas movimentações geram desperdícios durante a produção. Para melhorar essa condição, será proposto um novo layout para a empresa.

4.3. Situação proposta.

Como propostas de melhoria no layout da empresa, projetaram-se algumas alterações na disposição dos equipamentos e pontos de recebimento de materiais, para, dessa forma, reduzir as distâncias percorridas durante os transportes entre os processos. Na Figura 7, é possível observar as alterações propostas.

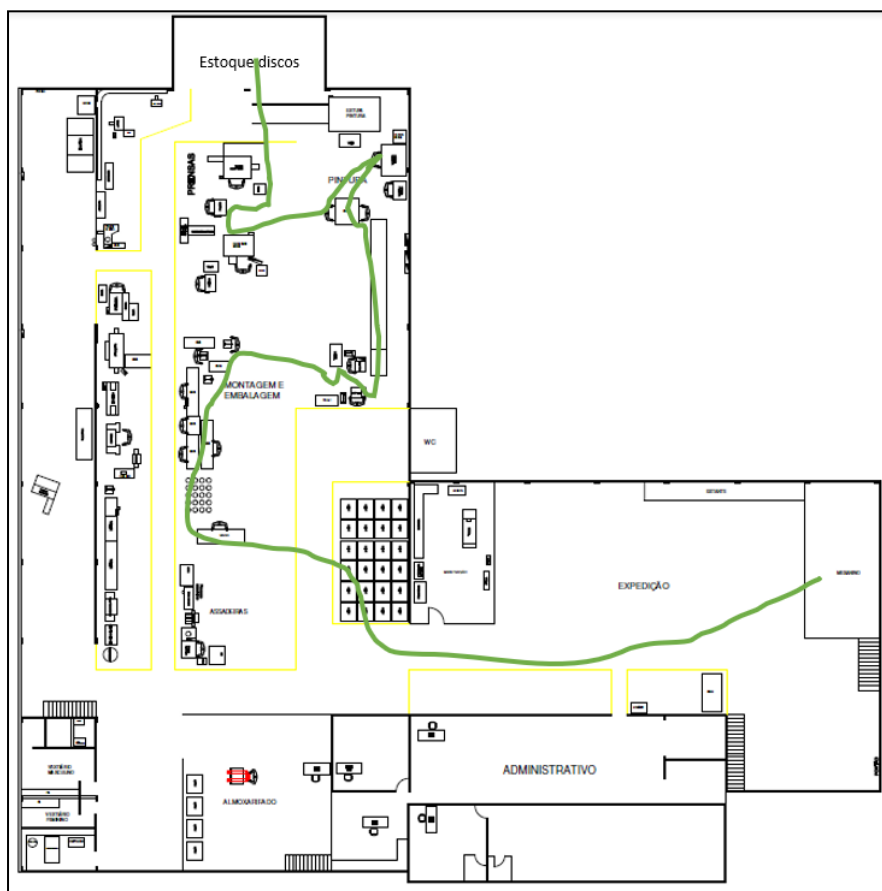


Figura 7 – Diagrama de *Spaghetti* situação proposta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado na Figura 7, na nova configuração do layout foram realizadas algumas alterações no posicionamento dos recursos. O setor de recebimento foi alocado onde era a pintura. As prensas ficaram mais próximas do estoque de discos. A pintura foi deslocada para o meio do processo com a utilização de uma estufa com esteira, sendo eliminada a estufa estacionária. A máquina de furação foi posicionada na saída da estufa, os processos de rebite, montagem de alças e montagem final foram agrupados. Observando o desenho do layout proposto, um diagrama de *Spaghetti* foi traçado, na cor verde para mostrar por onde o produto irá circular.

Para quantificar o quanto estas alterações modificaram o processo, foi desenvolvido um fluxograma de processo para a situação proposta, que será apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Fluxograma de processo situação proposta.

FLUXOGRAMA DE PROCESSO							
PROCESSO:	Fabricação de painéis						
DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RESPONSÁVEL	DISTÂNCIA	PROCESSO				
Recebimento/armazenagem de materiais	Operador almoxarifado	-	●	⇒	U	□	▽
Levar discos até a prensa	Operador almoxarifado	6	○	⇒	U	□	▽
Realizar a conformação dos discos	Operador prensa	-	●	⇒	U	□	▽
Transportar bojos até refiladora/lixeira	Operador lixeira	5	○	⇒	U	□	▽
Refilar e lixar bojos	Operador lixeira	-	●	⇒	U	□	▽
Transportar bojos até pintura	Operador pintura	9,75	○	⇒	U	□	▽
Realizar a pintura dos bojos	Operador pintura	-	●	⇒	U	□	▽
Transportar bojos pintados até estufa	Operador pintura	3	○	⇒	U	□	▽
Secagem da tinta	Estufa	-	●	⇒	U	□	▽
Transportar bojos pintados até furadeira	Operador pintura	2	○	⇒	U	□	▽
Furar bojos	Operador furadeira	-	●	⇒	U	□	▽
Levar até rebidadeia	Operador furadeira	6,45	○	⇒	U	□	▽
Rebitar suporte da alça	Operador rebidadeia	-	●	⇒	U	□	▽
Montar alças	Operador montagem	-	●	⇒	U	□	▽
Montar painéis com tampas	Operador montagem	-	●	⇒	U	□	▽
Transportar painéis para estoque expedição	Operador montagem	35	○	⇒	U	□	▽
TOTAL:		67,2					

Fonte: Elaborado pelo autor.

No layout proposto foram identificadas 16 atividades no total, sendo, 9 que agregam valor (operação) e 7 que não agregam valor (transporte). A distância percorrida ficou em 67,2 metros.

4.4. Comparação entre a situação atual e situação proposta.

Para analisar a situação atual com a situação proposta, alguns gráficos foram elaborados para comparar as melhorias projetadas. O primeiro a ser mostrado é o do total de atividades e atividades AV e NAV. Na Figura 8 é possível observar esse comparativo.

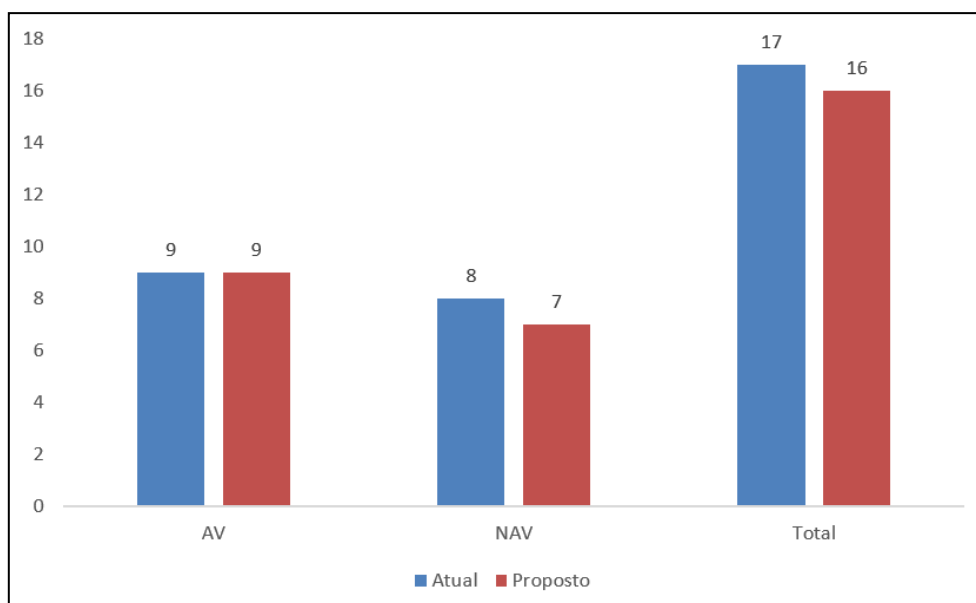


Figura 8 – Total de atividades AV e NAV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 8 é possível observar que as atividades AV (agrega valor) mantiveram-se em 9 nas duas situações. As atividades NAV (não agregam valor) eram 8 na situação atual e com a melhoria proposta reduziram para 7, pois, foi proposto a eliminação de uma atividade de transporte. O total das atividades AV e NAV na situação atual eram 17 e na proposta mudaram para 16.

As distâncias percorridas também foram quantificadas, para saber se houve redução do transporte dos materiais durante o processo, esses dados estão apresentados na Figura 9.

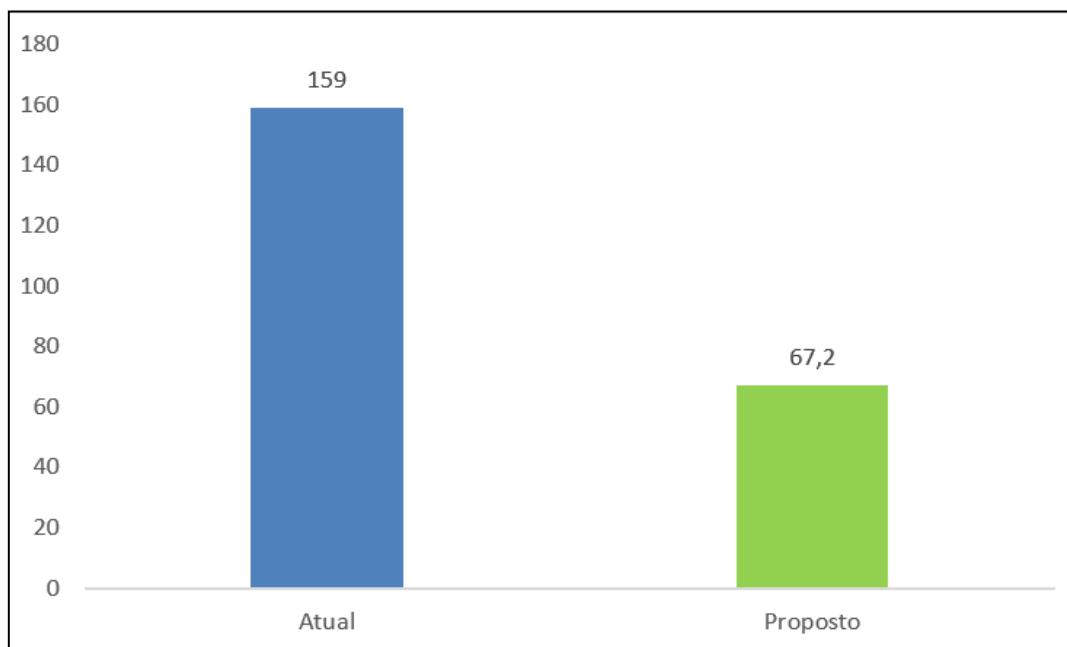


Figura 9 – Distâncias percorridas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na situação atual eram percorridos 159 metros com os transportes entre os processos, na situação proposta projetou-se reduzir a movimentação para 67,2 metros, uma redução de 57,7% na distância percorrida. Confirma-se que com a alteração do layout proposta para a família de produtos estudada, será possível a redução do desperdício de transporte e consequentemente a melhoria na produtividade do processo utilizando a ferramenta do diagrama de *Spaghetti*, que conforme Pereira

(2018), contribui para o estabelecimento de um layout ideal através de observações das distâncias percorridas na realização de atividades ou processos produtivos.

5. Conclusões.

O objetivo geral desse trabalho foi atingido, projetando-se as melhorias no layout de uma empresa fabricante de utensílios domésticos, com o uso da ferramenta do Diagrama de *Spaghetti*, ferramenta essa, que foi de suma importância, sendo utilizada em combinação com o fluxograma de processo. Através delas foi possível mapear o layout atual da empresa e identificar todas as atividades que compõe o processo, sendo elas, atividades AV e NAV.

Foi possível perceber que, o uso dessas ferramentas auxiliou no desenvolvimento de melhorias para o processo estudado, e são de extrema importância na área de Engenharia de Produção, proporcionando aos acadêmicos uma visão de melhoria de processos para redução de desperdícios. Esse trabalho trouxe um grande aprendizado, pois foi possível navegar em várias áreas do conhecimento da Engenharia de Produção e ter contato com a realidade de uma empresa, mostrando que é possível obter melhorias de processos, como mostrado na pesquisa, projetou-se uma redução de 57,7% na movimentação de materiais dentro da empresa, trabalhando na disposição dos recursos no layout.

Como limitações, esse trabalho não levou em consideração os aspectos econômicos e financeiros para as mudanças propostas, apenas os aspectos técnicos relacionados a redução de desperdícios. Sugere-se como trabalhos futuros a realização desse tipo de análise, em outras famílias de produtos, além de outros estudos relacionados a melhoria das operações, através de cronoanálise, ergonomia, qualidade e segurança do trabalho.

Referências.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.; CAON, M. Planejamento, programação e controle da produção. São Paulo: Atlas, 1, 2001.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. *et al.* Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira, 2001. pp.279-307.

GERLACH, G.; Da SILVA, V. B.; dos SANTOS, L. A.; do Amaral Adamy, A. P.; Garlet, E. Proposta de melhoria de layout como fator para a otimização do processo produtivo organizacional. Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, 10, 41-55, 2017.

GIL, A. C. *et al.* Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

LÉXICO, LEAN. Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. The Lean Enterprise Institute, p. 98, 2003.

MARTÍNEZ, P.; MARTÍNEZ, J.; NUÑO, P.; CAVAZOS, J. Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias mediante la aplicación de manufactura esbelta. Información tecnológica, 26(6), 187-198, 2015.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira, 1998. pp. 507-519.

NEUMANN, C. S. R.; FOGLIATTO, F. S. Sistemática para avaliação e melhoria da flexibilidade de layout em ambientes dinâmicos. Gestão & Produção, v. 20, n. 2, p. 235-254, 2013.

OHNO, T. Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEINADO, J; GRAEML, A. R. Administração da produção. Operações industriais e de serviços. Unicenp, 2007.

PEREIRA, C. M.; ANHOLON, R.; BATTOCHIO, A. Proposição de método para definir as posições de paletes destinados à separação de cargas fracionadas em um armazém. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, v. 11, n. 4, p. 231, 2016.

PEREIRA, T. A. A. Melhoria de processos numa empresa de análises laboratoriais. 2018. Tese de Doutorado. Universidade do Minho.

SHINGO, S. The Toyota production system. Tokyo: Japan Management Association, 1981.

SILVA, C. S.; MORAIS, M. C.; FERNANDES, F. A. A practical methodology for cellular manufacturing systems design-An industrial study. Transaction on Control and Mechanical Systems, v. 2, n. 4, p. 198-211, 2012.

SLACK, N., CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002.
STEVENSON, W. J. Administração das operações de produção. Rio de Janeiro: LTC, 2001. pp. 440-469.

VIEIRA, E. L. Signatures factory: a dynamic alternative for teaching-learning layout concepts and waste disposal. Production, v. 27, 2017.

VIEIRA, E. L.; DA COSTA, S. E. G.; DE LIMA, E. P. Design, Construction and Execution of Manufacturing Cells: An Alternative Dynamic for Teaching-Learning Concepts of Cellular Manufacturing in Production Engineering. European Journal of Education Studies, 2019.

VIEIRA, E. L. Proposta de melhoria no layout de um laboratório de análises clínicas utilizando o fluxograma de processo e o diagrama de *Spaghetti*. The Journal of Engineering and Exact Sciences, 6(1), 0023-0028, 2020.