



PROPOSTA DE REESTRUTURAÇÃO DE LAYOUT PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE MOVIMENTAÇÃO EXCESSIVA

Autores

Bárbara de Paula Nascimento
Graduação em Gestão da Produção
Industrial pela Faculdade de Tec-
nologia do Estado de São Paulo –
FATEC – Prof. Waldomiro May.
E-mail: [contato@fateccruzeiro.edu.](mailto:contato@fateccruzeiro.edu.br)

br

Emerson Athaide de Oliveira
Graduação em Gestão da Produção
Industrial pela Faculdade de Tec-
nologia do Estado de São Paulo –
FATEC – Prof. Waldomiro May.
E-mail: [contato@fateccruzeiro.edu.](mailto:contato@fateccruzeiro.edu.br)
br

Leonidas Magno de Moraes
Mestrado Profissional em Engenha-
ria Mecânica pela Universidade de
Taubaté – UNITAU e docente na
Faculdade de Tecnologia do Estado
de São Paulo – Fatec Prof. Waldo-
miro May. E-mail: [leonidas.mo-
rais@fatec.sp.gov.br](mailto:leonidas.morais@fatec.sp.gov.br)

Resumo

Este artigo abordou o presente tema devido redução de desperdícios ser atualmente um tema de muita relevância dentro das empresas, em todas as partes do mundo, e com o impacto gerado pelas perdas significativas com o excesso de movimentação tanto de colaboradores como de equipamentos. Foi realizado um estudo de caso em um setor produtivo em uma conceituada empresa metalúrgica situada no Vale do Paraíba, aplicou-se a ferramenta Diagrama de Espaguete em conjunto aos demais conceitos de redução de desperdícios derivados da metodologia Japonesa Lean Manufacturing, onde, identificouse a oportunidade em reduzir o desperdício com a movimentação excessiva existente no processo de produção avaliado. A metodologia que se utilizou para este estudo foi de referencial bibliográfico, exploratório e quantitativo sobre o presente tema abordado, juntamente com as considerações obtidas no acompanhamento do processo de produção. Visou-se através do reposicionamento entre dois galpões da empresa, obter-se redução em 25% com o desperdício em movimentações excessivas presentes no setor produtivo avaliado neste estudo, e conseqüentemente redução nos custos não agregados ao produto final. Como resultado deste trabalho, uma proposta de reestruturação do arranjo físico da organização foi formulada, a qual poderá ser adotada pela empresa.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Desperdício. Diagrama de Espaguete. Layout.

LAYOUT RESTRUCTURING PROPOSAL TO REDUCE EXCESSIVE MOVEMENT WASTE

Abstract

This article addressed the topic because waste reduction is currently a topic of great relevance within companies, in all parts of the world, and with the impact generated by significant losses due to the excessive movement of both employees and equipment. A case study was carried out in a productive sector in a renowned metallurgical company located in Vale do Paraíba, the Spaghetti Diagram tool was applied together with the other concepts of waste reduction derived from the Japanese Lean Manufacturing methodology, where, it was identified the opportunity to reduce waste with excessive movement in the evaluated production process. The methodology used for this study was a bibliographic, exploratory and quantitative reference on the present topic, together with the considerations obtained in the monitoring of the production process. It was aimed at repositioning between two warehouses of the company, to obtain a reduction of 25% with the waste in excessive movements present in the productive sector evaluated in this study, and consequently a reduction in costs not added to the final product. As a result of this work, a proposal to restructure the organization's physical arrangement was formulated, which could be adopted by the

company.

Keywords: Lean Manufacturing. Waste. Spaghet Diagram. Layout.

I. INTRODUÇÃO

As empresas buscam por aprimoramentos contínuos em seus processos e produtos, seja para manter a sua concorrência no mercado, aumentar sua eficiência produtiva e qualidade em seus produtos ou serviços, ou então reduzir os custos de fabricação que não agregam valor ao produto final.

A globalização induz mudanças substanciais no modo de produção, e frente à globalização, as empresas veem-se obrigadas cada vez mais a reduzir custos e se adaptar as exigências de seus clientes, sob pena de não conseguir sobreviver em um mercado que a cada dia se torna mais competitivo.

Diante deste contexto, uma empresa direcionada à aplicação de melhorias organizacionais e operacionais obtém êxito através de análise constante dos procedimentos e das atividades executadas no ambiente de trabalho. Assim, visam adequar-se às exigências do mercado e clientes, e propor melhorias contínuas em seus processos, o que traz ganhos significativos relacionados a custos, produtividade, melhor utilização da capacidade hora/homem e capacidade de equipamentos e máquinas disponíveis.

Este artigo justificou-se devido a redução de desperdícios ser atualmente um tema de muita relevância para as empresas, em todas as partes do mundo, e com o impacto gerado pelas perdas significativas devido ao excesso de movimentação, tanto de colaboradores como de equipamentos, e estes foram observados durante o acompanhamento do processo produtivo no atual arranjo físico da empresa objeto desse estudo. Demonstrado como este tipo de desperdício relaciona-se negativamente aos resultados de produtividade e de custos operacionais, visto que a escolha do layout da empresa é fundamental para mitigar ou até mesmo eliminar os desperdícios no processo produtivo. São considerados desperdícios: transporte, estoque, espera, superprodução, processo desnecessário, retrabalho, intelectual e a movimentação excessiva de pessoas, equipamentos e o produto propriamente dito. O desperdício que se buscou-se eliminar com o presente estudo é o de movimentação excessiva.

Assim, o artigo teve como o objetivo geral realizar a análise do atual layout produtivo da organização, identificando os possíveis desperdícios existentes com a movimentação excessiva. E, como objetivo específico busca-se determinar, por meio de acompanhamento das linhas de produção, o processo que apresenta maior desperdício com excesso de movimentação e, além disso, apresentar uma proposta que demonstre como a escolha do arranjo físico de uma organização é de extrema importância para os resultados da uma companhia.

Diante do exposto, conforme Ohno (1997), produzir de maneira enxuta é o resultado da eliminação dos tipos de desperdícios, também conhecidos como

perdas, dentro das organizações. Também, conforme Tortorella et al. (2008), os recursos de muitas organizações são destinados primeiramente a equipamentos e instalações físicas, e que grande parte dos custos de produção estão relacionados a material, pessoas ou fluxo de trabalho. A importância da distribuição física de uma empresa é reforçada pelas consequências a longo prazo das decisões e do custo de reprojeter a planta. Costa et al. (2012) afirmam que sob todos os aspectos, pode-se constatar que o levantamento dos custos de produção é de grande valia como diagnóstico da eficiência do processo produtivo, ferramenta gerencial e avaliação econômica da atividade.

Esse estudo foi desenvolvido baseando-se em pesquisa qualitativa, do tipo exploratória, por meio de pesquisa bibliográfica e de estudo de caso. A empresa analisada é do setor metalúrgico situada no Vale do Paraíba, na qual realizou-se a análise do layout produtivo atual da empresa, e identificou-se os possíveis desperdícios existentes com a movimentação excessiva através de acompanhamento das linhas de produção, e então, determinou-se o processo produtivo que apresentava desperdício com excesso de movimentação, e assim formulou-se uma proposta que demonstra a influência da escolha do arranjo físico da organização nos resultados da companhia como um todo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing é um sistema de produção desenvolvido em 1950 no Japão pela Toyota. Originalmente, ele não era conhecido como Lean Manufacturing, e sim como Toyota Production System, na sua tradução livre Sistema de Produção Toyota. Foi originalmente criado para eliminar o desperdício e a ineficiência em suas operações de fabricação.

Surgiu nos anos que se seguiram após a Segunda Guerra Mundial, onde o Japão passava por anos difíceis, e o país se encontrava do lado derrotado e via sua economia devastada, assim essa necessidade motivou os engenheiros industriais Taiichi Ohno e Eiji Toyoda em 1948 começarem a desenvolver um sistema que envolvesse pouco estoque, fluxo de caixa curto e eficiência na produção, sem abrir mão da qualidade. Lean Manufacturing, portanto, pode ser traduzido como manufatura enxuta ou sistema de produção industrial enxuto.

Atualmente esse sistema é considerado mais que uma metodologia, seus princípios e conceitos influenciam a forma de pensar e agir dentro das empresas, o aproximando do termo Filosofia Lean Manufacturing.

Conforme Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto é essencial para a eliminação do desperdício, pois é uma maneira de especificar valor, alinhar na

melhor sequência as ações que geram valor, realizar as atividades sem interrupções e de modo mais eficaz. Womack e Jones (2004) definiram cinco princípios fundamentais na eliminação dos desperdícios, estes resumem o pensamento enxuto e norteiam as empresas que almejam que a produção enxuta funcione por completo. Os cinco princípios Lean são: Especificação do Valor, Identificação da Cadeia de Valor, Fluxo de Valor, Produção Puxada e Busca da Perfeição.

1. Especificação do valor: é sempre definido pelas necessidades do cliente para um produto ou serviço específico.
2. Identificação da cadeia de valor: Uma vez que o valor foi determinado, o próximo passo é mapear o “fluxo de valor” ou todas as etapas e processos envolvidos na obtenção de um produto específico a partir de matérias-primas e entrega do produto final ao cliente.
3. Fluxo de valor: Depois que o desperdício foi removido do fluxo de valor, o próximo passo é ter certeza de que as etapas restantes funcionam sem interrupções, atrasos ou gargalos.
4. Produção puxada: Com o fluxo melhorado, o tempo para o mercado ou o tempo para o cliente, pode ser drasticamente melhorado. Isso torna muito mais fácil entregar produtos conforme necessário, conectando a demanda com a fabricação ou entrega.
5. Busca da perfeição: À medida que os ganhos continuam a se acumular, é importante lembrar que o Lean não é um sistema estático e requer esforço constante e vigilância para aperfeiçoar. Todo funcionário deve estar envolvido na implementação do Lean.

Dentre os sistemas de gestão da produção, podemos dizer que produção enxuta é um dos sistemas mais aplicados, seu princípio básico está relacionado com a eliminação de desperdícios. A identificação e mudanças são essenciais para sua redução ou eliminação (MOREIRA, 2001; LEE, 1998; BLACK, 1998).

A metodologia Lean Manufacturing baseia-se na redução de desperdícios, que é considerado toda atividade que não agrega valor para o cliente e produto. Para Ohno (1997), os desperdícios ou perdas seriam todos os elementos que, além de não agregarem valor no processo oneram seus custos e devido a esses fatores, os desperdícios devem ser identificados e eliminados na fonte para que dessa maneira a lucratividade possa ser maximizada.

Os desperdícios visados para redução do Lean Manufacturing são: transporte, estoque, movimentação excessiva, espera, superprodução, processo desnecessário, defeitos e retrabalho, e intelectual. Ohno (1997) afirma que o desperdício é um conjunto de elementos da produção que não agrega valor e aumenta as despesas e, a eliminação dos desperdícios existentes em um processo produtivo é o alicerce para a redução dos custos, bem como para a permanência da organi-

zação frente ao mercado.

Para Corrêa e Corrêa (2008) a eliminação dos desperdícios dá-se através de análises realizadas no chão-de-fábrica bem como, das atividades não geradoras de valor ao processo produtivo.

Os desperdícios em uma organização, não somente oneram os custos produtivos como ainda deixam a empresa em situação de risco frente ao mercado que atua. As 8 fontes de desperdícios combatidos pelo Lean são:

2.1.1 Transporte

Segundo Corrêa e Gianesi (2009), a redução das distâncias, conseguida através de uma melhoria no layout da fábrica, pode eliminar ou reduzir a necessidade de movimentação. Para a movimentação de materiais em que não é possível eliminá-la, deve-se pensar em, ao menos, racionalizá-la.

Este desperdício é atrelado ao transporte dispensável de materiais, funcionários e informações no processo. Vale lembrar que todo transporte é um desperdício, pois não agrega valor ao produto, no entanto, muitas vezes ele é necessário ao processo. Sendo assim, já que é um mal necessário, ele deve ser minimizado. Para combatê-lo é preciso ter todos os componentes próximos, escolher bem o percurso analisando, os custos totais e as possibilidades de trabalho, além de buscar o fluxo de um produto único.

2.2.2 Estoque

Ainda para Corrêa e Gianesi (2009), os estoques além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam, também, desperdícios de investimento e espaço. A redução de estoque deve ser realizada através da eliminação das causas geradoras de se manter estoques. A eliminação de todos os outros desperdícios tem como consequência a redução dos desperdícios por estoque.

Estoque excessivo significa estar com recursos parados – que podem inclusive estragar. Os estoques servem como uma margem de segurança para esconder ineficiências do processo. Isso acarreta em aumento de custos devido a movimentação e armazenagem, além de problemas de espaço, desorganização de depósitos, além de grande demora na procura de mercadorias.

2.2.3 Espera

Para Corrêa e Corrêa (2008), desperdício por tempo de espera refere-se ao material que espera para ser processado, formando filas para garantir maior taxa de utilização dos equipamentos. Esse tipo de desperdício faz referência à inoperância de funcionários, máquinas fabris e demais recursos no processo. É criada quando um material, informação, pessoas ou equipamentos não estão

prontos para serem utilizados. Alguns exemplos de desperdício com espera são: funcionários ociosos, documentos aguardando assinatura ou produtos parados por falta de despacho.

2.2.4 Superprodução

Shingo (1996), afirma que, produzir mais produto do que o necessário e antecipadamente, ou seja, em fazer o produto antes do tempo necessário, é desperdício de superprodução. Este desperdício remete-se a produzir em excesso, ou seja, obter mais saídas de materiais ou informações que o necessário. É produzir algo antes e/ou em maior quantidade do que o cliente necessita. Ocorre, por exemplo, quando se produz uma quantidade extra de peças, com intuito de suprir aquelas com defeito.

2.2.5 Processo desnecessário

Para Corrêa e Giansesi (2009), é possível que haja desperdícios que podem ser eliminados no próprio processo produtivo. É importante questionar-se, por exemplo, “por que determinado item ou componente deve ser feito?”, “qual sua função no produto?”, “por que esta etapa do processo é necessária?” Para evitar-se produzir algo que não seja necessário.

Este desperdício compreende o processamento excessivo, além do que o cliente pede, ou seja, a falta do cumprimento de uma sequência lógica de funcionamento do processo. A falta de padronização inibe o gerenciamento e controle eficaz de um processo, não agregando valor. Algumas vezes as empresas acabam aperfeiçoando tanto os produtos ou serviços com o intuito de superar as expectativas dos clientes que eles acabam contemplando mais características dos que aquelas exigidas. Isto reflete em desperdício, uma vez que o cliente não está disposto a pagar mais por este diferencial.

2.2.6 Defeitos e Retrabalho

De acordo com Corrêa e Giansesi (2009) desperdício por produtos defeituosos pode ser considerado como um dos maiores desperdícios do processo, e é causado por problemas de qualidade. A produção de produtos defeituosos implica em: desperdício de materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.

Este desperdício considera a produção de produtos defeituosos gerados pelo processo, que são posteriormente retrabalhados ou sucateados. Ocorre quando produtos ou serviços têm alguma característica fora do especificado ou das expectativas do cliente, e que por isso não satisfaz os requisitos de uso.

2.2.7 Intelectual

Para Stewart (1998), o capital intelectual é a soma do conhecimento de todos numa empresa, o que lhe proporciona vantagem competitiva frente ao mercado.

Este desperdício se manifesta quando os colaboradores têm conhecimentos e capacidades que não são devidamente aproveitados pela empresa. É papel do gestor identificar as atividades mais propícias para cada trabalhador. Além disso, procurar sempre motivar e desenvolver os colaboradores. A empresa ganha muito em resultados quando esses profissionais estão motivados e são incentivados a propor ideias.

2.2.8 Movimentação excessiva

Para Corrêa e Giansesi (2009), a economia dos movimentos propicia o aumento da produtividade e redução dos tempos associados ao processo produtivo. Já a consistência nos movimentos contribui para o aumento da qualidade.

Este desperdício refere-se à movimentação demasiada e desnecessária seja dos equipamentos ou dos colaboradores no processo. O tempo gasto com esses movimentos poderia ser utilizado de forma a aumentar a produtividade da empresa e a agregar valor ao produto ou serviço.

Também pode ser considerado desperdício o funcionário participar de excessivas reuniões, procurar insumos em um depósito desorganizado ou deslocar-se em ziguezague durante um processo produtivo devido aos equipamentos e ferramentas não estarem dispostos de forma sequencial e lógica.

Para reduzir a movimentação, primeiramente é necessário analisar se elas são necessárias ou não. As desnecessárias devem ser imediatamente trabalhadas. Já para movimentações necessárias, é importante verificar se é possível torná-las mais práticas. Isto pode ser feito reorganizando o local de trabalho ou mesmo redesenhando o layout da linha de produção.

A escolha acurada da posição de ferramentas e máquinas e a sequência lógica de produção faz parte do desenvolvimento de um bom layout, segundo Ohno (1997):

O excesso de movimento para realizar determinadas tarefas e ou funções, pode estar relacionado com a falta de planejamento na elaboração dos layouts, podemos notar facilmente baixa produtividade como o principal desperdício da movimentação. Utilizar o estudo de tempos e métodos contribui para a eliminação de movimentos desnecessários, melhorando assim a rotina das operações.

De acordo com Canen e Williamson (1998), um dos principais motivos

para um novo arranjo físico dentro da organização é reduzir o tempo perdido entre a movimentação de materiais e do próprio produto, com base nisso “a melhor movimentação do material é não movimentar”.

2.3 Diagrama de Espaguete

O diagrama de espaguete permite a visualização do fluxo do processo, as distâncias percorridas tanto de produtos como funcionários, auxiliando na visualização do gerenciamento dos possíveis desperdícios com movimentação (BENEVIDES, 2016).

O diagrama de espaguete é uma ferramenta visual muito importante para segmento do Lean Manufacturing. Ele consiste em um emaranhado de linhas traçadas, geralmente em uma planta no formato A3. As linhas representam toda trajetória percorrida por um funcionário ou produto em uma empresa durante a execução de tarefas de um determinado processo. Esse diagrama busca um melhor entendimento sobre o fluxo de pessoas e/ou materiais dentro de um layout, seja em um meio de produção ou no ambiente administrativo (MACIEL et. al., 2019; CHAVES JR. et. al., 2021)

2.3.1 Etapas para utilização do Diagrama de Espaguete

Com a utilização dessa ferramenta capaz de medir os deslocamentos dos operadores em uma determinada operação, através dessas distâncias melhora a capacidade de identificar a necessidade de resenhar o fluxo, deslocando os operadores e minimizando os espaços entres os processos (FAVERI, 2013).

1. Decidir qual o processo será analisado.
2. Depois de decidido o layout a ser otimizado, é necessário fazer o desenho planta do mesmo, mantendo todas as características atuais do sistema.
3. Desenhar, de maneira contínua, todo o trajeto percorrido pelo material de forma a representar todo o fluxo do processo, definindo bem as distâncias percorridas e o tempo gasto em cada uma.
4. Faça uma análise criteriosa dos percursos desenhados buscando identificar movimentos desnecessários e passíveis de melhoria. Não se esqueça de levar em conta o tempo e a distância colhidos no passo anterior.
5. Procure por uma organização que reduza ao máximo todos os trajetos indesejáveis, elaborando propostas que atendam os funcionários do setor e atinjam os níveis de melhoria esperados.

2.4 Layout

O layout de produção, também denominado arranjo físico, é uma representação gráfica do chão de fábrica. Mais do que uma planta, é uma técnica utili-

zada para definir a distribuição e disposição física dos componentes da área de produção. O objetivo é organizar o espaço físico do chão de fábrica localizando os equipamentos e postos de trabalho de forma a obter maior eficiência na produção.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a predisposição das máquinas transformadoras e seus elementos fornece um fluxo único, onde quer seja o elemento segue sempre um único roteiro predefinido no qual coincide com a sequência com que os postos foram arranjados fisicamente.

Para determinar com excelência o layout de produção, especificando o local de cada máquina e dos trabalhadores, é preciso considerar o fluxo do processo de produção. É essencial organizar as máquinas e postos de trabalho próximos, com menor distância entre eles, observando a sequência de atividades do fluxo produtivo, sem, no entanto, esquecer de reservar as áreas de segurança.

Segundo Corrêa e Corrêa (2008), a decisão de arranjo físico é uma parte importante da estratégia da operação. Um projeto bem elaborado de arranjo físico será capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos desejáveis.

Desta maneira o layout de produção busca facilitar a movimentação de pessoas, evitar cruzamentos de produtos e materiais que acabam complicando o fluxo produtivo e evitar situações de risco de acidente. Existem vários tipos de layouts de produção, sendo que cada um é mais adequado a certo tipo de processo produtivo.

3 METODOLOGIA

De acordo com Strauss e Corbin (1998), o método de pesquisa é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para se coletar e analisar os dados. O método fornece os meios para se alcançar o objetivo proposto, ou seja, são as “ferramentas” das quais fazemos uso na pesquisa a fim de responder nossa questão. Para isto, abordou-se fontes secundárias como material de apoio, sendo elas: artigos científicos, trabalhos acadêmicos, livros, entre outros.

Todo o trabalho foi de caráter qualitativo bibliográfico, onde utilizou-se ideias e conceitos de outros pensadores, onde seus objetivos fossem semelhantes aos que se buscou. Adicionalmente realizou-se estudo de caso.

Este estudo de caso desenvolveu-se em uma conceituada empresa metalúrgica, situada no Vale do Paraíba, onde realizou-se a análise do atual layout produtivo da empresa, visando identificar as possíveis oportunidades de melhoria relacionadas a redução dos desperdícios. Durante o levantamento de dados no acompanhamento das linhas de produção identificou-se os desperdícios existen-

tes com a movimentação excessiva.

Após a análise do processo produtivo como um todo, identificou-se o setor produtivo de um item específico, no qual existia a excessiva movimentação do produto entre as etapas de produção e visualizou-se ali a oportunidade de redução deste desperdício.

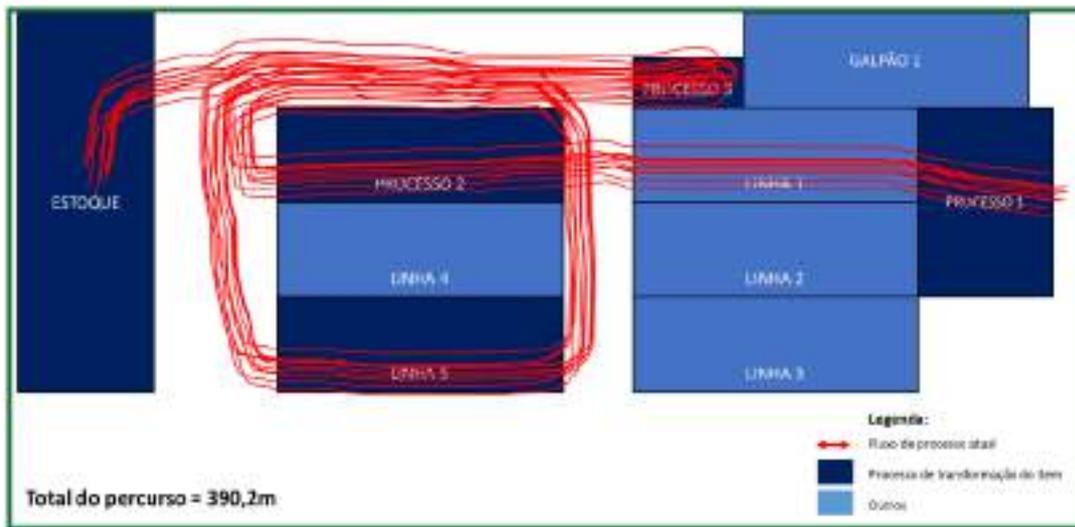
Para caracterizar e quantificar a movimentação existente neste processo, utilizou-se a ferramenta diagrama de espaguete, e assim obteve-se o levantamento do desperdício com excesso de movimentação presente no atual arranjo físico.

Com posse nessas informações estimou-se quais possíveis ganhos obtém-se através de uma reestruturação do layout do processo de produção da empresa. Vale ressaltar que a proposta é de alteração do layout do processo produtivo da organização (reposicionamento entre dois galpões) a fim de reduzir a movimentação excessiva do produto por empilhadeira, e não alteração em si do layout do processo, visto que este atende perfeitamente o fluxo do produto. Outro ponto que a se destacar é que a alteração a ser proposta não influencia outros processos, tendo que estes trabalham de forma independente.

O layout da empresa deste estudo caso, é o mesmo desde o início das suas atividades, porém com o crescimento da empresa e aumento do mix de itens produzidos não houve mudanças no arranjo físico a fim de acelerar o processo produtivo e reduzir a movimentação excessiva, assim agregando valor ao produto final.

Para caracterizar e quantificar a movimentação existente do produto por empilhadeira no processo produtivo do item em questão, usou-se o Diagrama de Espaguete como ferramenta onde avaliou-se as distâncias percorridas pelo produto em seu processo de produção, como vê-se na figura 1:

Figura 1: Aplicação do Diagrama de Espaguete no layout atual

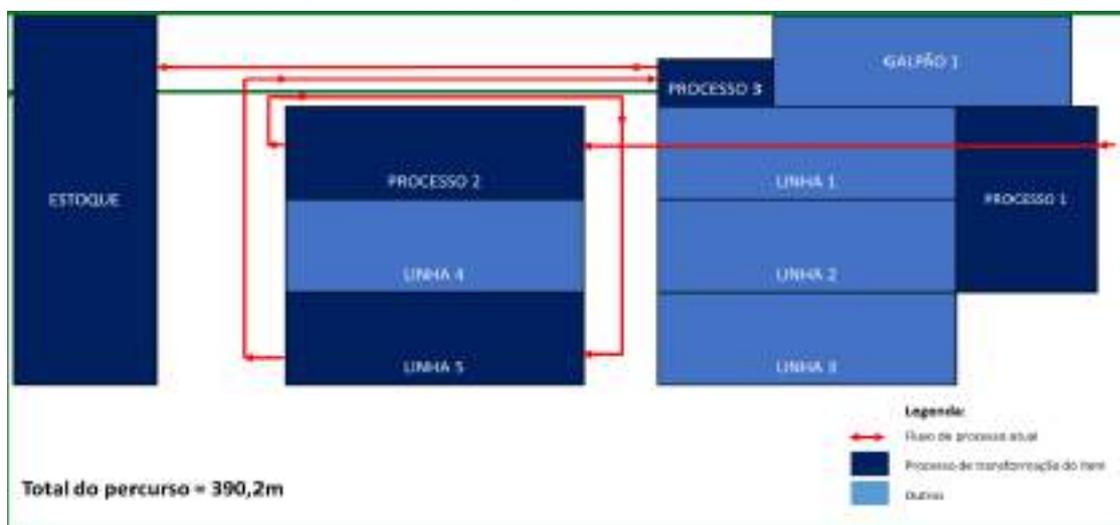


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 1 apresenta o resultado da aplicação do diagrama de espaguete no atual layout da empresa, demonstrando o deslocamento de empilhadeira/peça por todo seu processo produtivo. Para este cálculo, acompanhou-se o percurso de 10 peças sequenciais.

Para melhor visualização das distâncias percorridas pelos processos, simplificou-se o fluxo de produção considerando apenas 1 peça, conforme figura 2:

Figura 2 – Fluxo produtivo no layout atual



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 2 demonstra o fluxo de produção do item em questão no atual arranjo físico, onde as setas em vermelho representam a movimentação do item por empilhadeira dentro do processo produtivo, foram desconsideradas outras movimentações como: esteira, ponte rolante, pórtico e talha. Os processos des-

tacados em azul escuro são os processos em que ocorrem algum tipo de transformação do item, já os processos destacados em azul claro são outros processos que por vezes a peça é transportada por empilhadeira, porém nestes não ocorre nenhum processo de transformação, mas que obrigatoriamente a peça necessita ser transportada passando por estes processos, por ser o único caminho para o processo seguinte no fluxo.

O fluxo inicia-se pelo denominado neste trabalho como processo 1, passando sequencialmente pela linha 1, pelo processo 2, pela linha 5, pelo processo 3 e após estas etapas o produto é enviado para estoque para ser embalado e posteriormente ser embarcado para o cliente final.

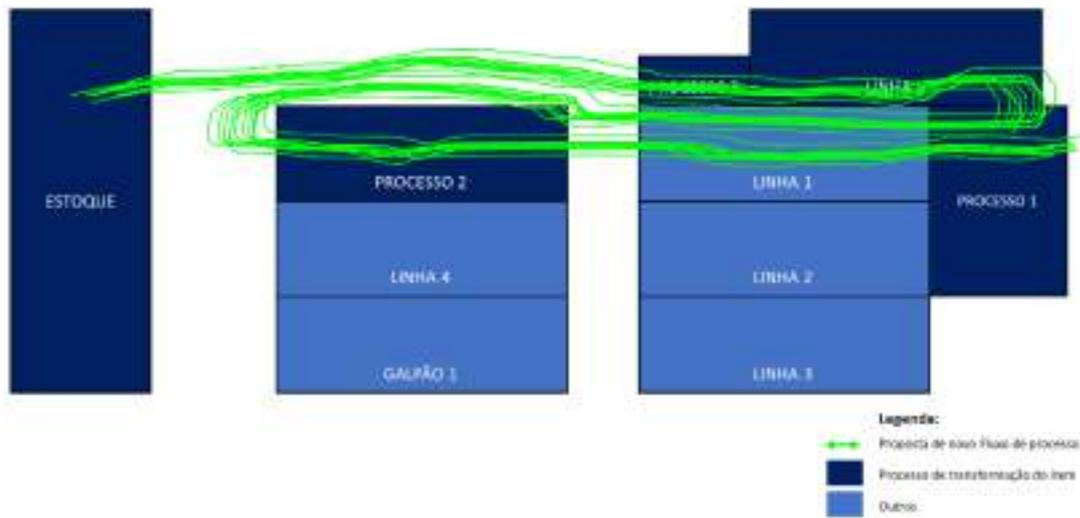
De acordo com o Diagrama de Espaguete apresentado, avaliou-se que o percurso que é empregado uso de empilhadeira no transporte e movimentação da peça é de 390,2 metros e entendeu-se que havia possibilidade de propor uma melhoria no arranjo físico da empresa, a fim de reduzir as distâncias percorridas pela peça utilizando empilhadeira no ambiente fabril, já que no cenário atual o produto não segue uma rota lógica dentro do processo e as peças precisam percorrer a fábrica de forma desordenada e não linear, até estarem acabadas e prontas a serem enviadas ao estoque e ao cliente final.

Os dados foram coletados através de fonte de informações utilizados no dia a dia pelo sistema Softrack, composto por soluções web e equipamentos eletrônicos instalados diretamente nas empilhadeiras.

Os softwares capturam os dados dos dispositivos e fornecem, de forma clara e objetiva, gráficos e relatórios que mostram as mais diversas informações sobre a frota, e então a empresa os utiliza para reunir informações operacionais e estratégicas para análise, com o objetivo de apoiar as tomadas de decisão dos processos.

Os dados foram essenciais para realizar-se a análise de todas as perdas presentes no arranjo físico com excesso de movimentação, e então eleger as de maior impacto na linha de produção do item para atuação, e assim pôde-se propor a alteração do layout do processo produtivo da empresa, como observase na figura 3:

Figura 3 – Aplicação do Diagrama de Espaguete na proposta do novo layout

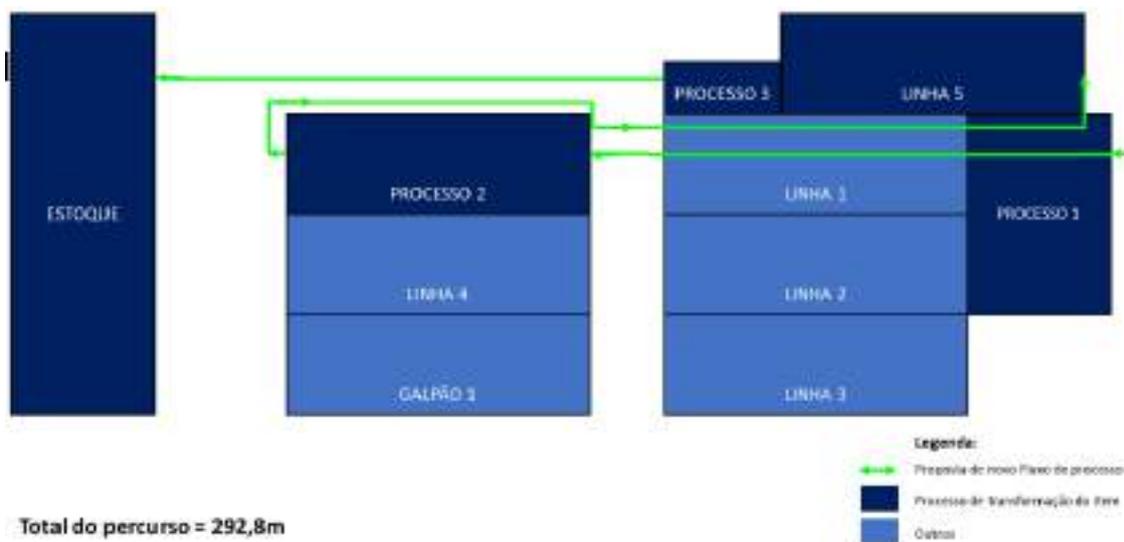


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 3 apresenta o resultado da aplicação do diagrama de espaguete na proposta de reestruturação do layout da empresa, demonstrando o deslocamento de empilhadeira/peça por todo seu processo produtivo. Para este cálculo, acompanhou-se o percurso de 10 peças sequenciais.

Para melhor visualização das distâncias percorridas pelos processos, simplificou-se o fluxo de produção no novo layout considerando apenas 1 peça, conforme figura 4:

Figura 4 – Fluxo produtivo no layout proposto



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 4 demonstra o fluxo de produção do item em questão já com a proposta de reestruturação do arranjo físico, onde as setas em verde represen-

tam a movimentação do item por empilhadeira dentro do processo produtivo, também foram desconsiderados quaisquer outros tipos de movimentações como esteira, ponte rolante, pórtico e talha. Como citado anteriormente, os processos destacados em azul escuro são os processos em que ocorrem algum tipo de transformação do item, já os processos destacados em azul claro são outros processos que por vezes a peça é transportada por empilhadeira, porém nestes não ocorre nenhum processo de transformação, mas que obrigatoriamente a peça necessita ser transportada passando por estes processos, por ser o único caminho para o processo seguinte no fluxo.

Na proposta de reestruturação do layout da empresa, o fluxo do item permanece o mesmo, iniciando-se pelo denominado neste trabalho como processo 1, passando sequencialmente pela linha 1, pelo processo 2, pela linha 5, pelo processo 3 e após estas etapas o produto é enviado para estoque, porém com a realocação dos setores a distância a ser percorrida pela peça com empilhadeira é significativamente menor.

A proposta de reestruturação do layout envolveu alterar apenas 2 setores, sendo o reposicionamento do galpão com a linha 5. Ambos os setores possuem as mesmas dimensões e sua realocação não interferiria nos demais itens produzidos na empresa.

O novo layout, apesar de alterar a organização física da indústria, não altera o processo produtivo do item, a fim de manter o processo já existente.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com o que foi apresentado neste trabalho pode-se observar que a proposta de reestruturação apresentada se remete ao conceito e aos princípios da Filosofia Lean Manufacturing, visto que o estudo identificou os desperdícios que implicam na movimentação excessiva dentro do processo produtivo.

O estudo identificou ganhos significativos para empresa sem ser necessário realizar investimentos em novos maquinários, sendo proposta apenas a realocação de dois setores, o que é de rápida implementação. A Filosofia Lean direciona a empresa a eliminar seus desperdícios e com isso obter ganhos em velocidade, qualidade e custo. No caso da empresa deste estudo de caso, os ganhos obtidos foram em redução da distância a ser percorrida, redução no consumo de gás natural veicular, disponibilidade mão de obra, disponibilidade e minimização do desgaste e manutenção da empilhadeira, o que conseqüentemente traz ganhos na produtividade e no custo do produto final.

Com a redução da movimentação excessiva os resultados desta mudança podem ser consideráveis. O percurso no layout atual é de 390,2m e com a nova

proposta ele passaria a ser de 292,8m, o que representa redução de 97,4m ou 25% de deslocamento da peça e transporte por empilhadeira durante o fluxo de processos, devido a diminuição da distância que se tem para transportar uma peça de um setor ao outro.

Através do estudo foi possível também identificar outros ganhos com a alteração do layout, como: redução no consumo de gás natural veicular, disponibilidade da empilhadeira e mão de obra, o que conseqüentemente gera aumento na produtividade, minimização do desgaste e manutenção de equipamentos e traz ganhos no custo do produto final. Para exemplificar estes ganhos com o novo layout proposto, estimou-se a redução obtida em uma produção prevista de 1.000 peças ao mês, como vê-se na tabela 1:

Tabela 1 – Estimativa de ganhos com o novo layout na produção de 1.000 peças ao mês.

	<i>LAYOUT ATUAL</i>	<i>PROPOSTA</i>	<i>GANHOS OBTIDOS</i>
Distância percorrida	390,2 km	292,8 km	Menos 97,4 km a ser percorrido
Gás natural veicular	30 m ³	22,5 m ³	Menos 7,5 m ³ gasto com GNV
Disponibilidade de máquina (empilhadeira)	34 h	25 h	Ganho de 9h de disp. de máquina
Disponibilidade de mão de obra	34 h	25 h	Ganho de 9h de disp. de mão de obra

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Tabela 1 apresenta uma estimativa dos ganhos obtidos com a implantação do novo layout para a produção de 1.000 peças ao mês, como redução de 97,4km da distância percorrida, redução de gasto de 7,5 m³ de gás natural veicular, ganho com disponibilidade de empilhadeira e mão de obra de 9h, o que representa 1 turno de trabalho. Temos também além dos ganhos que podemos quantificar em moeda, ganhos como aumento da produtividade, visto que a distância a ser percorrida por peça no processo produtivo é aproximadamente 100m menor, ganho com redução de desgaste e manutenção das empilhadeiras, o que em suma representa redução no custo final do produto.

Este trabalho ressaltou que as ferramentas devem ser escolhidas de acordo com o problema, como neste, em que foi utilizado o Diagrama de Espaguete como fonte para caracterização e quantificação das distâncias percorridas pela peça no processo produtivo, o que auxiliou na identificação e priorização de qual setor produtivo atuar.

Em suma, o estudo demonstrou que a escolha do layout da empresa é crucialmente importante para redução da movimentação excessiva, e influencia diretamente nos resultados de produtividade, qualidade e tempo de entrega. Ao

se estudar o layout e evidenciar as oportunidades de melhoria obtém-se êxito na mitigação ou até mesmo na redução dos desperdícios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que as empresas se tornem cada vez mais competitivas é necessário reduzir seus custos, aumentar a qualidade e a velocidade de entrega dos produtos/serviços ao cliente, e ter sempre o foco na melhoria contínua.

O layout de uma organização é fundamental para o funcionamento ideal do setor industrial, pois se os processos não estiverem em harmonia, à produção ficará mais vulnerável a erros de controle, imprecisão dos tempos, má logística de entrega interna, riscos de extravio ou danificação de peças/produtos e geração de gargalos. Ou seja, uma indústria que busca qualidade total, entrega dentro dos prazos, e a segurança de sua equipe, deve investir em estudos e mudanças de layout, sempre analisando a viabilidade e custo / benefício para aplicação de tal.

As modificações do layout acarretam uma melhoria no fluxo produtivo, o que afeta o custo devido à diminuição de perdas por movimentação, transporte, espera e na própria operação. Com a redução das perdas produtivas, a mão de obra alcançará maior produtividade, os recursos serão melhores empregados e os custos de produção reduzidos.

Neste estudo de caso foi analisado o setor produtivo de um item específico, com foco nas etapas de produção, e através da utilização do diagrama de espagete obteve-se o levantamento do desperdício com excesso de movimentação presente no atual arranjo físico da empresa, e assim estimou-se quais possíveis ganhos obtém-se através de uma reestruturação do layout do processo de produção da empresa.

Com o estudo, obteve-se redução de 25% na movimentação excessiva presente no cenário atual, e também ganhos secundários como, redução no consumo de gás natural veicular, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade e minimização do desgaste e manutenção de empilhadeiras, e custo do produto final.

Neste trabalho sugere-se que os conceitos e as ferramentas da produção enxuta sejam aplicados sempre que houver identificação de algum dos desperdícios supracitados. Assim é possível identificar desperdícios e propor ações. Além do mais, como foi mostrado neste trabalho, a utilização de ferramentas para solucionar os problemas identificados traz um direcionamento para escolher a melhor solução.

REFERÊNCIAS

- BENEVIDES, E. Diagrama de Espaguete. [S.I.]: 2016. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434/>> acesso em 08 mar. 2020.
- BLACK, J. T.; O Projeto da Fábrica com Futuro. Bookman, 1998.
- CANEN, A, G.; WILLIAMSON G. H. Facility layout overview: towards competitive advantage, Facilities volume 16 number 7/8, 1998
- CHAVES JUNIOR, José Antonio; TEIXEIRA, Wesley Raony da Silva; FERNANDES, Aníbal Evaristo; GALVÃO, Henrique Martins, ALVARELI, Luciani Vieira Gomes. Mapeamento do fluxo de valor em uma pizzaria baseado no pensamento enxuto de produção. Revista H-TEC – Humanidades e Tecnologia, v.5, n. 1, jan.jun., 2021.
- CORREA, H. L.; CORREA. C. A. Administração de Produção e Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica, 2008.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. Just-in-time, MRP II e OPT - Um Enfoque Estratégico. São Paulo: Atlas, 2009.
- COSTA, J.H.S.; SANTOS, L.F.D.; DANTAS, R.T. Análise econômica de uma unidade de Produção. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2012.
- FAVERI F. Identificação dos Desperdícios em um Serviço de Emergência com a Utilização da Metodologia Lean Thinking, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/0000oc/0000oc03.pdf>> acesso em 24 jun. 2020.
- LEE, Q.; Projeto de instalações e local do trabalho. 1ª São Paulo: IMAM, 1998.
- MACIEL, Cristovam Luiz; PAULINO, Edilson Evangelista; OLIVEIRA, Natália Rodrigues; GALVÃO, Henrique Martins; MORAIS, Leonias Magno. Implementação da Metodologia Lean Manufacturing em uma Empresa de Serviços de Lavagem e Polimento Automotivo Lava a Jato. Revista H-TEC Humanidades e Tecnologia, v. 3, n.1, jan-jun, 2019.
- MOREIRA, D. A.; Introdução à Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 2001.
- OHNO, T. O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Brookman, 1997.
- SHINGO, SHINGEO. O Sistema Toyo-

ta de Produção. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da produção, 2009.

STEWART, THOMAS A. Capital Intelectual - a nova vantagem competitiva das empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. Basics of Qualitative Research-Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory. United States: Sage Publications, 1998.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. Revista Produção, 2008.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.