

PROPOSTA DE MELHORIA DE LAYOUT COMO FATOR PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO ORGANIZACIONAL

PROPOSED LAYOUT IMPROVEMENT AS FACTOR FOR OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESS ORGANIZATIONAL

Data de submissão: 10/12/2016

Aceite: 30/06/2017

Gustavo Gerlach¹

Vilmar Bueno Da Silva²

Lucas Almeida dos Santos³

Ana Paula do Amaral Adamy⁴

Eliane Garlet⁵

RESUMO

O cenário atual de alta competitividade faz com que as empresas busquem processos cada vez mais otimizados, com o mínimo possível de perdas e o máximo de qualidade e produtividade. O *layout* industrial desempenha papel importante nesse contexto, tendo em vista que a disposição física de máquinas, equipamentos, áreas de circulação, áreas de estoque e pessoas influencia diretamente a eficiência de uma operação. Em meio a essa necessidade de constante aperfeiçoamento, surgiu a produção enxuta, que já provou ser um método eficiente para que as empresas aprimorem seu desempenho. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo definir um *layout* que permita a otimização dos processos organizacionais, tendo como base os princípios da produção enxuta. Para isso, por meio de uma pesquisa-ação, foram utilizados métodos de análise para o diagnóstico da situação atual e, posteriormente, para a formulação da proposta de melhoria. Os resultados comprovaram que as mudanças propostas no *layout* são capazes de reduzir em 46% o *lead time* da empresa, eliminar perdas, melhorar a organização dos setores produtivos, além de garantir a agilidade no processo de fabricação.

Palavras-chave: *Layout* Industrial, Produção Enxuta, Mapeamento de fluxo de valor, Otimização de Processo.

1 Graduado em Engenharia de Produção – Fahor. E-mail: g.gerlach@gmail.com

2 Possui Graduação em Engenharia Mecânica, Especialista em Administração Financeira, Especialista em Docência para Educação Profissional, Mestrado em Desenvolvimento Regional. Atualmente é professor do ensino superior da Fahor – Faculdade de Horizontina. Horizontina. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: silvavilmarb@fahor.com.br

3 Possui graduação em Ciências Contábeis pelo Centro Universitário Franciscano. Mestre em Engenharia de Produção, PPGEP - UFSM. Atualmente é graduando em Administração pela UFSM e Doutorando em Administração na UFSM. Professor do ensino superior no Centro Universitário Franciscano - UNIFRA, Tutor Ead do Programa Especial de Graduação de Formação de Professores UAB/NTE/ UFSM. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: luksanttos@gmail.com

4 Possui Graduação em Administração pelo Centro Universitário Franciscano. Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: anapaula.adamy3@gmail.com

5 Possui Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Horizontina (FAHOR). Possui Mestrado em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Rio Grande do Sul. Brasil. E-mail: eligarlet@gmail.com

ABSTRACT

The current scenario of high competition makes companies look increasingly optimized processes, with the least possible losses and the ultimate in quality and productivity. Industrial layout plays an important role in this context, given that the physical layout of machinery, equipment, circulation areas, storage areas and people directly influences the efficiency of an operation. In the midst of this need for constant improvement, lean production emerged, which has proven to be an efficient method for companies to improve their performance. This study aims to define a layout that allows the optimization of business processes, based on the principles of lean production. The development of this research was carried out by the method of action research where analysis tools were used to diagnose the current situation and, thereafter, for the formulation of the proposed improvement. The results showed that the changes proposed in the layout are able to reduce the company's lead time by 46%, eliminate losses, improve the organization of productive sectors, and ensure agility in the manufacturing process.

Keywords: *Industrial Layout, Lean Production, Value Stream Mapping, Process Optimization.*

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade no ramo industrial, as empresas buscam melhorias que possam ter um maior aproveitamento do tempo dos processos e das atividades realizadas pelos colaboradores. Em muitas situações, o *layout* utilizado pelas empresas torna-se o grande gargalo, pois não é bem-elaborado e, por isso, apresenta um rendimento, seja de produção ou movimentação, ineficiente. Embora um novo *layout* envolva tempo e custos, se bem-estruturado, pode trazer muitos benefícios à empresa.

Assim, um dos maiores desafios encontrados pelas fábricas de pequeno, médio e grande porte é a adaptação do *layout* de acordo com a evolução da empresa, ou seja, a entrada de novos produtos na linha de produção e de novas máquinas. Diante desse contexto, cada vez mais as empresas buscam soluções que aperfeiçoem seu arranjo físico e aumentem seus lucros.

Para tanto, devido à competitividade latente no âmbito industrial, as organizações voltam-se a estudos variados em busca de melhorias e melhor aproveitamento de insumos, homens, processos e atividades, elementos constantes em qualquer indústria. Também denominado *leiaute* ou arranjo físico, se bem-elaborado, é base para integração eficiente desses elementos. No caso de um novo *layout* ou modificação de um existente, poderá haver barreiras, como limitações de espaço geográfico e qualificação de profissionais para concretização da necessidade de mudança (ANTON; EIDELWEIN; DIEDRICH, 2012).

O *layout* industrial tem influência direta na eficiência dos processos de uma organização. Nesse sentido, como forma de analisar o *layout* existente e propor melhorias para a otimização dos processos, o presente estudo objetiva definir um *layout* que permita a otimização dos processos organizacionais, tendo como base os princípios da produção enxuta. Dessa maneira, o presente trabalho justifica-se por abordar uma temática de considerada importante para a realidade das organizações. Um bom planejamento do *layout* industrial, levando em conta alguns princípios da produção enxuta, pode trazer resultados expressivos para uma empresa em termos de redução de movimentação, eliminação de gargalos, melhoria da qualidade e acuracidade de estoque, entre outros.

A seguir, será apresentada a revisão da literatura a partir dos conceitos de especialistas da área, com o intuito de dar suporte para o método estipulado e possibilitar a construção dos resultados e o alcance do objetivo proposto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura, são apresentados os conceitos e as definições que concedem o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O sistema de produção é a maneira pela qual a empresa organiza seus órgãos e realiza suas operações de produção, adotando uma interdependência lógica entre todas as etapas do processo produtivo. Entretanto, Luzzi (2004) sustenta que não há mais espaço para indústrias que não estejam alinhadas com as necessidades de seus clientes, pois acabou a época em que era possível vender tudo o que fosse produzido. Isso vem ao encontro do pensamento de Ohno (1997), que cita que os produtos, para serem vendidos, devem satisfazer os desejos de cada consumidor, cada um dos quais contendo opiniões diferentes.

Moreira (2002) define sistema de produção como o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços. Nesse sentido, Tubino (2006) classifica os sistemas de produção em quatro tipos, associados ao grau de padronização dos produtos e ao volume de produção. O autor traz uma comparação resumida das principais características da classificação dos sistemas de produção, como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos sistemas de produção

	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da MOD	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: adaptado de Tubino (2006).

Percebe-se que, nos processos repetitivos em massa, a produção em massa emprega, convencionalmente, mão de obra pouco qualificada e pouco multifuncional (TUBINO, 2006). Entretanto, com a implantação de sistemas baseados em produção enxuta, esse quadro vem se modificando, devolvendo ao colaborador funções de gerenciamento do processo que lhes foram retiradas com a especialização decorrente da Revolução Industrial, como a garantia da qualidade e a programação da produção.

2.2 PRODUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta surgiu no Japão, com o nome de Sistema Toyota de Produção (STP), na década de 50, após a Segunda Guerra Mundial, mas só começou a chamar a atenção do mundo a partir de 1973. A base do STP, de acordo com Ohno (1997), é a eliminação de todo e qualquer desperdício, o que pode aumentar amplamente a eficiência e, conseqüentemente, reduzir os custos de fabricação. Entende-se por desperdício todos os elementos de produção que não

agregam valor ao produto, sendo classificados em sete categorias, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Os sete tipos de desperdícios encontrados em uma fábrica

Desperdício	Descrição
Superprodução	Produção maior do que o necessário, gerando perdas devido ao excesso de pessoas, estoque e transporte.
Espera	Trabalhadores com baixa carga de trabalho, devido a fatores como desbalanceamento de operações e falta de peças, ou que vigiam uma máquina que trabalha de forma automática.
Transporte	Movimentação de estoques de matéria-prima, produtos em processo ou produtos acabados por distâncias longas.
Processamento	Execução de atividades que não agregam valor ao produto ou produção de itens defeituosos.
Estoque	Excesso de matéria-prima, produtos em processo ou produtos acabados, causando risco de avarias, dificuldades de manuseio e excesso de espaço físico ocupado.
Movimentação	Movimentação realizada pelo trabalhador que poderia ser evitada, como transportar peças ou procurar ferramentas.
Produção de itens defeituosos	Fabricação de itens que não atendem às especificações mínimas de qualidade, gerando custos com retrabalho ou descarte.

Fonte: adaptado de Ohno (1997).

Quanto aos aspectos organizacionais, Womack, Jones e Roos (1992) afirmam que a organização enxuta possui duas características organizacionais fundamentais: transfere o máximo de responsabilidades para os trabalhadores que realmente agregam valor ao produto e tem um sistema de detecção de defeitos que rapidamente relaciona cada problema à sua derradeira causa.

2.3 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é definido como um método de visualização que permite mapear o fluxo de valor de determinada peça, desde a matéria-prima até o cliente (DUGGAN, 2002). O MFV pressupõe entender o fluxo a partir da visão do cliente, sendo executado da seguinte maneira: selecionar uma família de produtos; criar um mapa de estado atual; criar um mapa de estado futuro, utilizando técnicas de produção enxuta; criar um plano de implementação para o estado futuro; e implementar o estado futuro por meio de ações estruturadas de melhoria contínua.

Para Rother e Shook (2003), um fluxo de valor é toda ação, que agrega valor ou não, necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto. Considerar a perspectiva do fluxo de valor significa levar em conta o quadro mais amplo, e não apenas os processos individuais; melhorar o todo, e não apenas otimizar as partes. Ainda conforme os mesmos autores, mapear o fluxo de valor é essencial porque: ajuda a enxergar o fluxo, e não apenas os processos individuais; auxilia a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor; agrega conceitos e técnicas enxutas para implementação em conjunto; constitui a base de um plano de implementação; e apresenta a relação entre fluxo de informação e fluxo de material.

O MFV, de acordo com Duggan (2002), é criado no chão de fábrica. Ao observar o processo do chão de fábrica, podem ser identificados os pontos de início e fim de cada operação e os locais onde o fluxo para e há formação de estoque intermediário.

Depois de obtidas as informações acerca do processo, é medido o *lead time* da operação e, em separado, é feita a soma do tempo em que houve efetivamente processamento. Ao final, obtém-se a comparação do *lead time* total, ou seja, o tempo que o produto leva para ficar pronto, com o tempo em que, de fato, foi agregado valor ao produto (DUGGAN, 2002).

2.4 LAYOUT INDUSTRIAL

O *layout* pode ser definido como a disposição física de máquinas, postos de trabalho, equipamentos, pessoas, áreas de circulação, entre outros fatores que ocupam espaço na fábrica, distribuindo-os de forma a maximizar a funcionalidade do processo produtivo e otimizar o ambiente de trabalho (ROCHA, 1995). Na concepção de Slack et al. (1996), o *layout* de uma operação produtiva leva em conta a localização física dos recursos de transformação.

Definir o *layout* é decidir o local onde colocar instalações, máquinas, equipamentos e pessoas. O *layout* é uma das características mais evidentes de uma operação produtiva, porque determina a sua forma e aparência, além de definir a maneira segundo a qual os recursos transformados – materiais, informação e clientes – fluem por meio da operação.

Slack et al. (1996) enfatizam que um *layout* errado pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se ao longo da operação, inconveniências para os clientes, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e custos elevados. Shingo (1996), por sua vez, destaca que as melhorias no *layout* trazem os seguintes benefícios: eliminação de horas-homem de transporte; *feedback* de informação referente à qualidade mais rápido, para ajudar a reduzir os defeitos; redução de horas-homem ao diminuir ou eliminar esperas de lote ou de processo; e redução do ciclo de produção. Cabe citar, a esse respeito, o trabalho de Rocha (1995), em que este aponta algumas vantagens que a melhoria de *layout* pode trazer: utilizar racionalmente o espaço disponível; reduzir ao mínimo as movimentações de materiais, produtos e pessoas; e possibilitar supervisão e obtenção da qualidade.

Slack et al. (1996) comenta que o tipo de *layout* é a forma geral do arranjo de recursos produtivos na operação. Na prática, a maioria dos *layouts* deriva de apenas quatro tipos básicos de *layouts*, sendo eles: *layout* posicional; *layout* por processo; *layout* celular; e *layout* por produto.

Com base nessa classificação, é possível identificar o efeito de volume e variedade. À medida que o volume aumenta, cresce a importância de gerenciar bem os fluxos. Quando a variedade é reduzida, aumenta-se a viabilidade de um *layout* baseado em um fluxo evidente e regular.

2.5 FATORES RELEVANTES NA ELABORAÇÃO DO LAYOUT

A elaboração de um *layout* aponta a necessidade de uma série de fatores que terão influência na área a ser ocupada e na melhor disposição a ser utilizada. Esses fatores são importantes por estarem diretamente relacionados à definição do tipo de *layout*, área de circulação etc., e por influírem consideravelmente na formação final do *layout* (ROCHA, 1995). Os fatores variam em termos de importância entre uma operação e outra, em função do que está sendo fabricado. Os principais fatores são: produto e matéria-prima – dimensões, pesos, quantidades movimentadas e características físico-químicas; máquinas e equipamentos – itens quantificados em função das suas capacidades, da eficiência e da quantidade a ser fabricada; homem – elemento que, na movimentação ao realizar tarefas junto às máquinas ou na supervisão, requer espaço compatível com seu bem-estar; transporte interno – tipo de transporte utilizado entre os setores.

Além desses elementos, Rocha (2005) cita, ainda, que podem ser mencionados outros fatores, como a área para produtos em processo e acabados, área para serviços e área para o social, uma vez que quem elabora um *layout* deve seguir os seguintes pontos: deixar espaço suficiente para acesso às máquinas, transporte e serviços de manutenção, controle de qualidade etc.; reservar áreas pensando em possíveis alterações futuras no produto ou no processo; per-

mitir o fluxo progressivo e contínuo; verificar se a edificação tem estrutura correspondente às necessidades do projeto; propor boas condições de trabalho aos colaboradores.

2.5.1 Seleção do *layout*

Moreira (2002) cita três motivos que tornam importantes as decisões acerca do *layout*: uma mudança adequada de *layout* pode aumentar a produtividade dentro da instalação, sem aumentar o uso de recursos, por meio da racionalização no fluxo de pessoas e materiais; mudanças de *layout* podem implicar o dispêndio de consideráveis somas de dinheiro, dependendo, entre outros fatores, da área afetada e das alterações físicas realizadas; e as mudanças de *layout* podem representar elevados custos e/ou dificuldades técnicas para futuras alterações. Além disso, podem causar interrupções indesejáveis da operação.

Slack et al. (1996) entendem que projetar o *layout* de uma operação produtiva deve ter início com uma análise sobre o que se pretende que o *layout* propicie.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta uma análise realizada em uma empresa de pequeno porte do setor metalúrgico, tratando de aspectos relacionados ao *layout* industrial. Em relação à natureza, este estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa-ação, pois, segundo Silva e Menezes (2001), esse tipo de pesquisa tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

Quanto aos objetivos, classifica-se como exploratória e descritiva. De acordo com Gil (2009), a pesquisa exploratória é o início de todo o trabalho científico, pois busca aumentar as informações sobre o assunto em questão e ilustrar com pesquisas bibliográficas e estudo de caso. A pesquisa descritiva parte do princípio de que os fatos devem ser analisados, classificados e interpretados, sem haver interferência do pesquisador, motivo pelo qual são realizadas investigações de levantamento, podendo ser desenvolvidas nas ciências sociais e humanas, levantando investigações sobre vários quesitos, como opiniões e mercado.

Quanto aos procedimentos técnicos, este é um estudo de caso, pois foi analisada apenas uma empresa, a qual servirá de objeto de estudo para a presente pesquisa. Para Bowditch e Bueno (2004), o estudo de caso é um método que envolve uma análise profunda de um ou mais pesquisadores, em relação a um grupo ou uma organização.

A coleta de dados, inicialmente, ocorreu a partir de medições realizadas na empresa e informações gerenciais. Após, foi iniciada a revisão da literatura existente sobre o tema, de forma a construir uma base teórica consistente para orientar as ações práticas. Os dados utilizados na realização desta pesquisa foram obtidos diretamente na empresa pesquisada por meio de medições realizadas pelos autores ou em registros existentes. Foram utilizadas ferramentas como trena para medição dos espaços físicos, cronômetro para tomada de tempos e *softwares* como AutoCAD e Microsoft Office Visio para desenho do *layout* e do mapa do fluxo de valor, respectivamente.

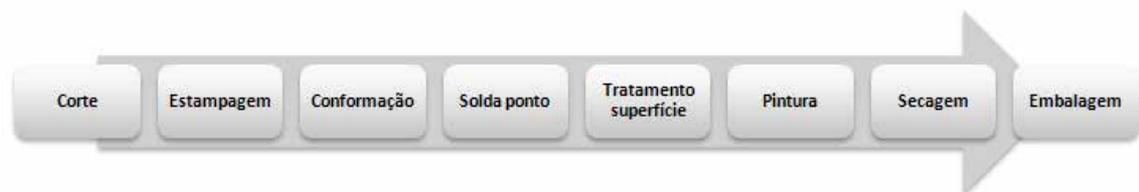
Para elaborar a proposta de *layout* apresentada, fez-se a medição do prédio onde a empresa está instalada, bem como das máquinas e dos equipamentos em sua disposição física atual. O mapeamento do fluxo de valor foi montado utilizando como base a família de produtos com maior volume de produção, tendo sido analisada uma amostra de 50 peças do item.

4 RESULTADOS E ANÁLISES DE DADOS

A empresa em análise iniciou suas atividades no ano de 1995, produzindo soluções para instalações comerciais. Tem sua sede instalada em um pavilhão de aproximadamente 2000m², localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul, e conta atualmente com cerca de 30 funcionários, além de uma equipe de vendas que atende a empresas de pequeno, médio e grande porte nos mais diversos segmentos: supermercados, farmácias, lojas de eletrodomésticos, materiais de construção, calçados, livrarias, padarias e depósitos, procurando fornecer as melhores soluções em exposição e armazenagem de produtos.

A Figura 1 aponta de forma geral a sequência de operações pela qual passa grande parte dos produtos seriados fabricados na empresa.

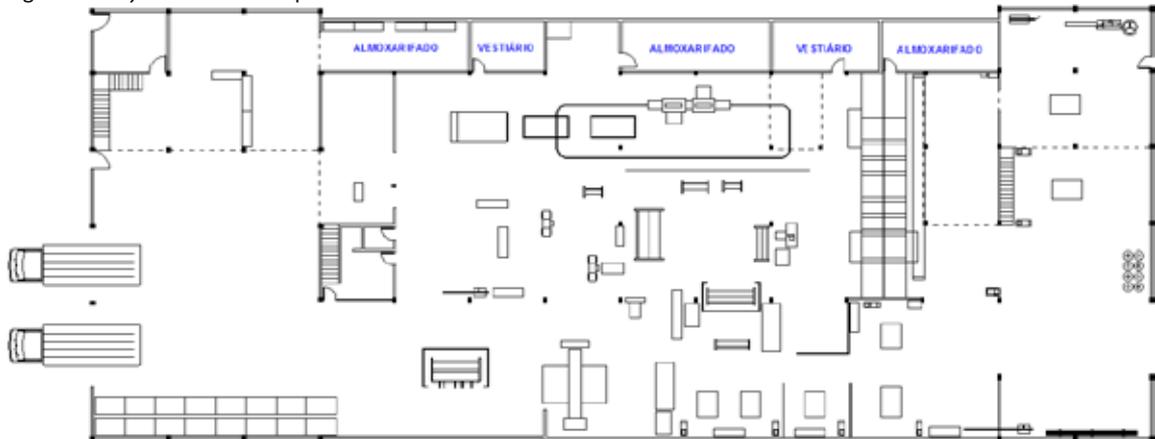
Figura 1 – Sequência de operações



Fonte: autores.

O pavilhão em que a empresa está instalada passou por diversas ampliações, e, ao longo dos anos, não foi realizado um estudo adequado de *layout* para favorecer o fluxo de pessoas, matéria-prima e produtos dentro da planta. Não há áreas de trabalho e armazenagem demarcadas, assim como não há sinalização de corredores para circulação. A Figura 2 mostra o *layout* atual da empresa.

Figura 2 – *Layout* atual da empresa



Fonte: autores.

Observando o tipo de processo e a área produtiva, pode-se afirmar que o tipo de processo utilizado pela empresa é em lotes, distribuído por intermédio de um *layout* por processo, embora a divisão entre as áreas não seja clara. Recentes ampliações realizadas, que acrescentaram cerca de 800m² ao pavilhão, resultaram em uma ocupação sem um planejamento adequado para bom aproveitamento das novas áreas disponíveis. Há áreas sem uso, assim como espaços com excesso de materiais. Observando a planta, pode-se verificar que não há delimitações para

os centros de trabalho e corredores para circulação, o que torna o fluxo confuso e prejudica o processo, pois muitas vezes o transporte de peças de um local a outro depende da movimentação de outros itens. Não há, também, um padrão determinado para o fluxo das peças dentro do processo, dificultando o controle visual e a organização da fábrica como um todo.

Para um melhor entendimento do fluxo das peças dentro do processo produtivo, uma família de itens, a qual tem maior volume de produção e passa por grande parte dos setores existentes na fábrica, foi selecionada para análise. A Figura 3 mostra o fluxo que essa família de produtos percorre dentro do processo produtivo, representado pela linha vermelha.

Figura 3 – Fluxo da família de itens com maior volume de produção no *layout* atual



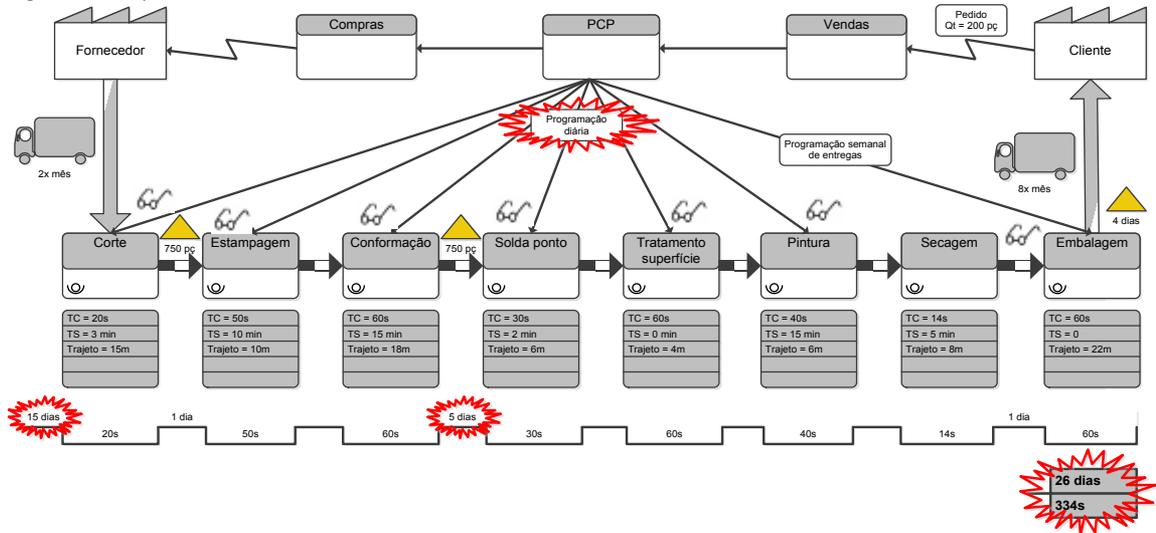
Fonte: autores.

Conforme mostra a Figura 3, a fabricação do lote do item inicia na área de estocagem de matéria-prima (parte inferior da figura) para o setor de corte, passando para a estampagem e conformação. Em seguida, os produtos passam pela área de solda para, depois disso, iniciar o tratamento de superfície, pintura e secagem. Por último, os itens são embalados e armazenados. O trajeto percorrido por um lote desse produto totaliza aproximadamente 151 metros.

4.1 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR ATUAL

Para um completo entendimento dos processos, visando estruturar a proposta de melhoria de *layout*, executou-se o mapeamento do fluxo de valor para identificar os pontos críticos do processo, localizar gargalos e visualizar os pontos de formação de estoques intermediários. A Figura 4, a seguir, mostra o mapa do fluxo de valor atual, o qual foi elaborado levando em consideração a família de itens com maior volume de produção.

Figura 4 – Mapa do fluxo de valor atual



Fonte: autores.

Como pode ser visto no mapa do fluxo de valor, após receber o pedido por parte do cliente, o setor de vendas encaminha ao setor de planejamento e controle da produção (PCP), o qual realiza programação diária da produção e a repassa a cada setor envolvido de forma não relacionada. Ao passar pelo setor de corte, cria-se um estoque intermediário devido ao tempo de ciclo do setor de estampagem ser maior (50s). Após o setor de conformação, também se cria estoque intermediário antes do setor de solda, pois esta atividade não é realizada de forma contínua, ou seja, não há um operador dedicado de forma integral. Como não há demarcação de áreas, o estoque intermediário formado fica muitas vezes obstruindo outros processos. O trajeto percorrido pelos itens entre um processo e outro também foi medido, por ser fator relevante na elaboração de *layout*.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS

Como forma de definir os pontos a levar em conta na elaboração da proposta de *layout*, foram identificadas as perdas existentes no processo atual. A base para essa análise é constituída dos sete tipos de perdas provenientes do sistema de produção enxuta. Foram elencados os tipos de perdas que têm relação direta com o *layout* industrial. Portanto, as perdas de superprodução não foram consideradas por estarem relacionadas a uma decisão de nível gerencial.

Quadro 3 – Perdas identificadas no processo

Desperdício	Descrição
Espera	Em virtude das dificuldades relacionadas a controle visual e transporte de peças de um setor a outro, muitas vezes alguns dos operadores ficam com baixa carga de trabalho quando comparados aos demais.
Transporte	Em decorrência da disposição física de máquinas, equipamentos, áreas de circulação e armazenagem, alguns materiais são movimentados mais do que seria necessário se houvesse um <i>layout</i> adequado.
Processamento	Devido à movimentação excessiva dos itens, há desperdício no processamento, com eventuais avarias que acabam por gerar retrabalho.

Estoque	Em função da produção de lotes relativamente grandes e sem áreas demarcadas para armazenagem, há perdas no estoque.
Movimentação	Sem a área adequada devidamente dimensionada para seu centro de trabalho, muitas vezes o operador tem de realizar movimentação excessiva.
Produção de itens defeituosos	Sem espaços adequados para o armazenamento de itens em processo, alguns itens deixam de atender às especificações mínimas de qualidade devido à ação do tempo.

Fonte: autores.

4.3 ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE NOVO LAYOUT PARA MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO

Uma vez identificadas as oportunidades de melhoria e os desperdícios existentes, bem como realizado o completo entendimento do processo, chegou-se ao consenso, juntamente com a direção da empresa em estudo, de que um novo *layout* se faz necessário para otimizar o processo produtivo. Na proposta de melhoria, foram utilizadas algumas ferramentas e conceitos abordados na revisão da literatura para a elaboração da proposta, sendo definidas as seguintes atividades: definição do tipo de *layout* a ser adotado; aplicação do diagrama de relacionamentos; definição do mapa do fluxo de valor futuro; e elaboração do novo *layout*.

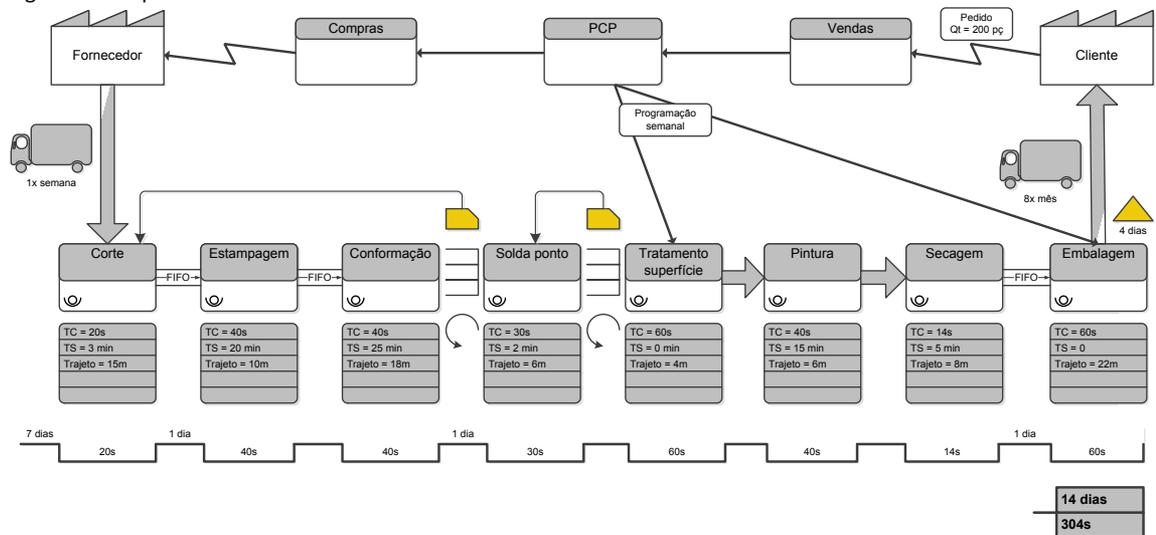
4.3.1 Definição do tipo de *layout*

Após analisar as famílias de produtos existentes, os fluxos internos e a situação da área física disponível, o grupo estabeleceu que o tipo de *layout* mais adequado para o processo é o *layout* por processo. Essa decisão se deve principalmente aos seguintes fatores: tipo de processo utilizado pela empresa, que é em lotes; volume de produção considerado médio; variedade de produtos consideravelmente alta em relação ao total de itens produzidos; flexibilidade da instalação para entrada de novos produtos em linha; e valor dos itens relativamente baixo, fazendo com que os estoques intermediários formados não tenham grande impacto no faturamento.

4.3.2 Mapa do fluxo de valor futuro

O mapa do fluxo de valor futuro serviu como base para a definição de questões como a área necessária entre um setor e outro, existência e localização de supermercados e sequência em que os setores devem estar dispostos dentro do processo, conforme Figura 5.

Figura 5 – Mapa do fluxo de valor futuro

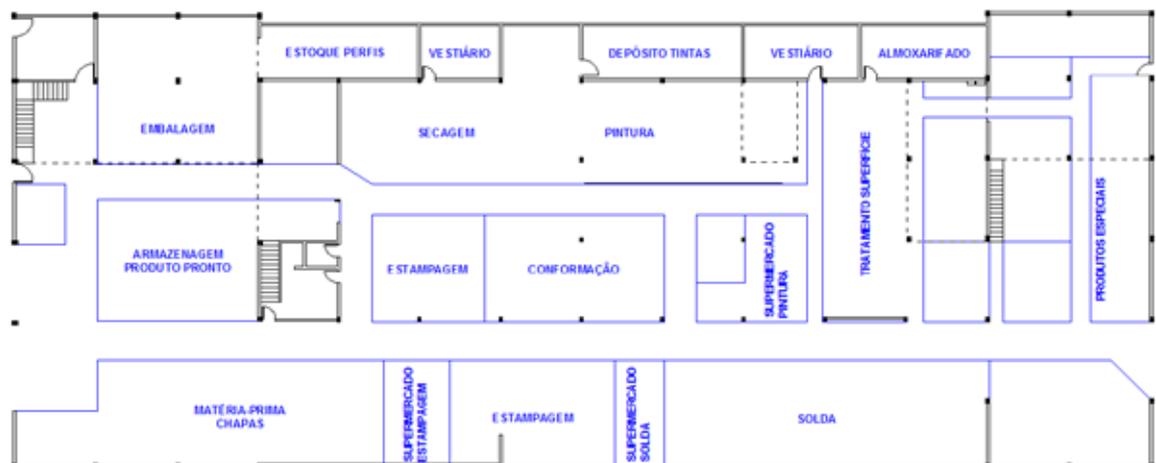


Fonte: autores.

Na elaboração da proposta de *layout*, foram levados em conta fatores como as limitações existentes no prédio, a disposição atual das máquinas e o nível de dificuldade de movimentação de cada equipamento. Como a variedade de produtos é grande, porém similar, procurou-se criar um *layout* no qual o fluxo ocorre de forma facilitada para todas as famílias de produtos. O tipo de *layout* predominante é o de processo, mas também foram utilizados princípios do *layout* celular em alguns locais, aproximando máquinas de setores diferentes, a fim de otimizar o fluxo.

Para o dimensionamento das áreas, procurou-se fazer uso dos conceitos e cálculos vistos na revisão da literatura. Os corredores de circulação principais foram dimensionados com largura de no mínimo dois metros, para facilitar o fluxo de pessoas e peças e também para permitir o uso de futuras aquisições de máquinas. Boa parte de prensas e equipamentos similares existentes ou que eventualmente podem ser adquiridos pela empresa pode ser deslocada por meio desses corredores sem maiores transtornos. A Figura 6 mostra a divisão setorial do *layout* proposto.

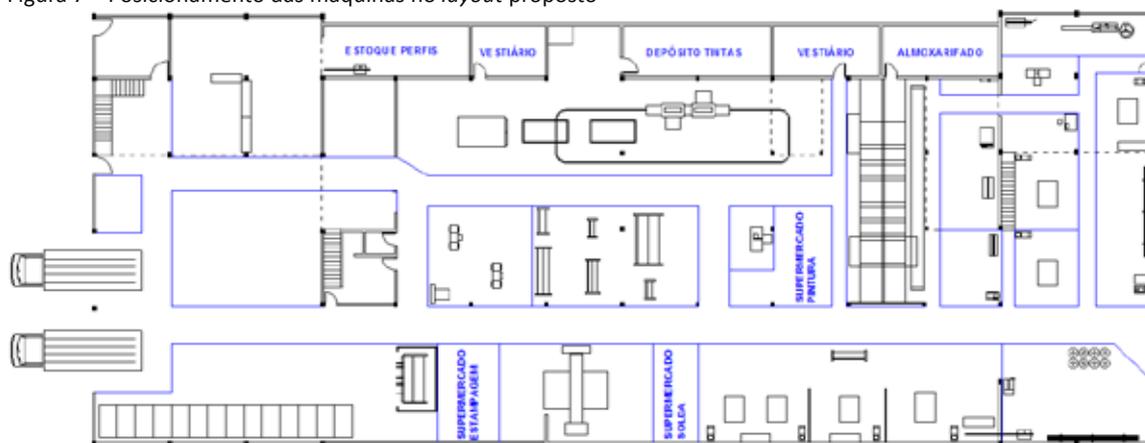
Figura 6 – Divisão setorial no *layout* proposto



Fonte: autores.

Como pode ser visto na Figura 6, a proposta de *layout* contempla áreas para os setores de corte, estampagem, conformação, soldagem, tratamento de superfície, pintura, embalagem, recebimento de matéria-prima, almoxarifado e embarque. Também é necessário um espaço dedicado à fabricação de produtos especiais, não seriados. Estes itens são fabricados conforme a necessidade do cliente. A Figura 7, exposta a seguir, apresenta o posicionamento de máquinas e equipamentos no *layout* proposto.

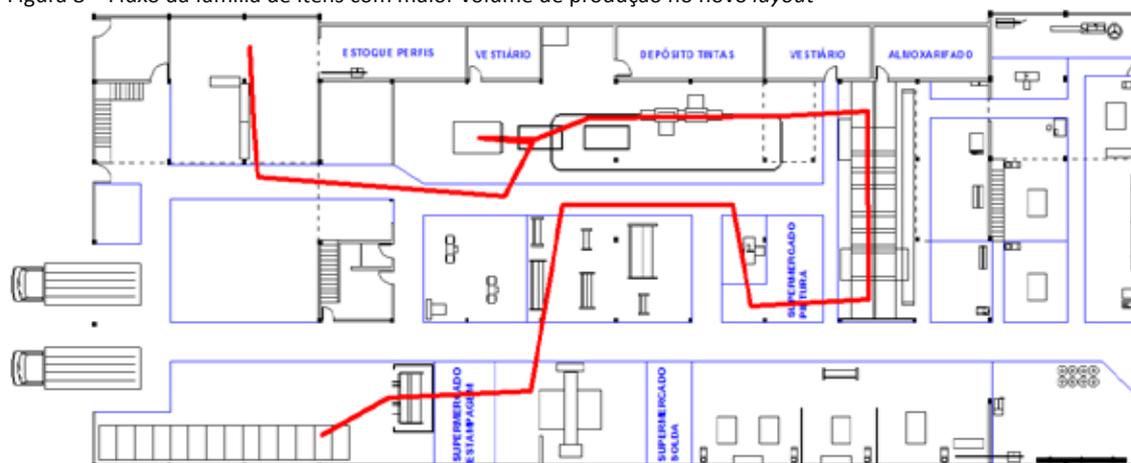
Figura 7 – Posicionamento das máquinas no *layout* proposto



Fonte: autores.

O fluxo da família de itens com maior volume de produção foi novamente mapeado no *layout* proposto. O novo fluxo é mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Fluxo da família de itens com maior volume de produção no novo *layout*



Fonte: autores.

Observa-se na Figura 8 que o fluxo do item inicia no setor de corte, passando para a estampagem e conformação. Os setores estão próximos, e há área suficiente para operação e circulação. Após o setor de conformação, há um supermercado para as peças que chegam para a soldagem e outro supermercado para a pintura, posicionado antes do setor de tratamento de superfície. Passando pelo tratamento de superfície, pintura e secagem, as peças vão para a embalagem, onde são armazenadas. No *layout* proposto, o fluxo é facilitado, com espaço suficiente para circulação de peças e supermercados e com centros de trabalho adequadamente dimensionados.

Os setores de tratamento de superfície, pintura e secagem, por serem processos pelos quais todas as peças passam, estão localizados no centro da planta, o que facilita o fluxo de todas as famílias de itens por estarem próximos tanto das peças seriadas quanto dos produtos especiais, que são fabricados na área localizada à direita na planta. Passando por esses setores, os itens já estão próximos ao setor de embalagem. No *layout* proposto, os produtos passam a percorrer uma distância total de 122 metros.

4.4 SÍNTESE DOS BENEFÍCIOS OBTIDOS COM O LAYOUT PROPOSTO

Com a implantação do *layout* proposto, diversas vantagens podem ser obtidas em relação à produção enxuta, com diminuição do *lead time*, eliminação ou minimização de alguns tipos de perdas, diminuição de estoques intermediários, balanceamento da produção, melhor organização dos centros de trabalho, entre outros. O Quadro 4 traz a síntese das melhorias obtidas em cada um dos setores da empresa.

Quadro 4 – Benefícios obtidos em cada setor com o *layout* proposto

Setor	Resumo dos benefícios obtidos
Corte	Melhor organização do setor e fluxo facilitado para as peças. Maior proximidade com os setores clientes (estampagem e conformação).
Estampagem	Ganhos no fluxo de peças.
Conformação	Com o novo posicionamento das máquinas, há maior agilidade na execução das atividades. O redimensionamento dos centros de trabalho resultou em uma área maior para os operadores e também para circulação de peças.
Solda	A área dedicada ao setor de solda foi aumentada em 30%, o que facilita o trabalho dos soldadores e o transporte dos itens fabricados. A criação de um supermercado para a solda também traz agilidade ao processo e facilita o controle visual.
Tratamento de superfície	O setor de tratamento de superfície não sofreu mudanças significativas de <i>layout</i> . Os principais ganhos obtidos nesse setor provêm da criação de um supermercado, o que ameniza o problema da falta de peças decorrente do desbalanceamento entre operações e facilita o controle visual.
Pintura	O <i>layout</i> do setor de pintura não sofreu mudanças significativas. Os ganhos estão relacionados à organização da área, devido à criação de um depósito de tintas, agilizando a armazenagem e localização desses produtos.
Secagem	Nesse setor, não houve mudanças no <i>layout</i> .
Embalagem	O setor de embalagem obteve ganhos significativos em termos de organização do trabalho, com uma armazenagem mais adequada para os produtos, facilitando a localização e agilizando o processo.
Produtos especiais	No setor de produtos especiais, organizado a partir de um <i>layout</i> misto, observaram-se ganhos de fluxo para a maioria dos itens fabricados. Isso se deve à organização de alguns centros de trabalho na forma de células, agilizando consideravelmente o processo.

Fonte: autores.

Em relação ao item tomado como exemplo para demonstrar o fluxo, destaca-se a significativa redução de 46% do *lead time*, de 26 para 14 dias, além da diminuição na ordem de 20% da distância percorrida pelo item dentro do processo, de 151 para 122 metros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual cenário de alta competitividade obriga as empresas a buscarem constantemente meios de otimizar seus processos e eliminar perdas, de forma a oferecer produtos cada vez mais confiáveis e inovadores a um preço que o cliente esteja disposto a pagar. Essa crescente necessidade de melhoria faz com que a adequação dos processos ao sistema de produção enxuta seja cada vez mais buscada pelas organizações. O *layout* industrial tem papel fundamental em um sistema de produção enxuta, pois tem influência direta na forma como pessoas, materiais e produtos fluem dentro do processo.

A melhoria proposta por este trabalho consistiu na elaboração de um novo *layout* para a empresa pesquisada, de modo a reduzir as perdas e otimizar o processo produtivo. Para isso, foram utilizados conceitos e ferramentas da produção enxuta, a fim de identificar as oportunidades de melhoria e direcionar as ações a serem tomadas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como proposta a elaboração de um novo *layout* para a empresa pesquisada, utilizando princípios da produção enxuta. Tendo em vista os ganhos obtidos em termos de redução de lead time e minimização das perdas no decorrer do processo, conforme apresentado anteriormente, pode-se afirmar que tal objetivo foi cumprido. Assim sendo, é possível concluir que a proposta de alteração de *layout* trazida por este estudo vem ao encontro da necessidade da organização pesquisada de otimizar seu processo produtivo, com eliminação das perdas, para, conseqüentemente, aumentar sua competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS

- ANTON, C. I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 4, n. 1, 2012.
- BOWDITCH, J. L.; BUONO, A. F. **Elementos de comportamento organizacional**. São Paulo: Pioneira - Thomson Learning, 2004.
- DUGGAN, K. J. **Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand**. Nova York: Productivity Press, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.
- LUZZI, A. A. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso**. 2004. 107 p. Dissertação (Mestrado. Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2004.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brazil, 2003.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.