

**PROPOSTA DE LAYOUT PARA UMA EMPRESA DO RAMO
METALÚRGICO ASSOCIANDO O DIAGRAMA DE AFINIDADES COM A
MATRIZ VOLUME VERSUS VARIEDADE.**

**LAYOUT PROPOSAL FOR A METALLURGICAL BRANCH COMPANY
ASSOCIATING THE AFFINITY DIAGRAM WITH THE VOLUME MATRIX
VERSUS VARIETY.**

Samuel Felipe Almeida¹, Thiago Luiz Cardoso¹, Victor Costa Marques dos Santos¹, Helielze Cunha Silveira Alves da Silva²

Resumo – Buscando continuamente a melhoria nos processos de fabricação devido às inovações do mercado globalizado, observou-se na história da indústria evoluções significativas. Do início do século passado até o momento tem sido notório a necessidade de estudos aprofundados da disposição dos recursos no chão de fábrica. A distribuição de materiais, mão de obra e máquinas na área produtiva é denominado *layout*. Existem cinco tipos básicos de arranjos que podem proporcionar o aperfeiçoamento dos processos em vários aspectos se escolhido e aplicado de maneira correta. Esse estudo tem como objetivo propor um modelo de *layout* que melhor se enquadre para uma empresa de médio porte do ramo metalúrgico no interior de São Paulo. Por meio de observações do processo, pesquisas bibliográficas e de artigos científicos, aplicou-se a matriz volume versus variedade, o diagrama de afinidades e a construção de um fluxograma. A interpretação da matriz volume versus variedade direcionou a escolha do *layout*, após isso com o fluxograma foi possível visualizar como deve ser a sequência dos processos, já o diagrama de afinidades definiu a relação entre os setores dentro do processo produtivo. Por meio desse estudo utilizando-se dessas ferramentas objetivas, conclui-se que a proposta de *layout* mais adequado para essa empresa é o arranjo por processos, conclusão esta fundamentada mediante estudo de outros autores.

Graduandos em Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: samuelfl.almeida@hotmail.com; thiagoluiz_cardoso@hotmail.com; victor-.marques@hotmail.com

²Docente do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. Email: helielze.cunha@hotmail.com

Palavras-Chaves: Fluxograma. Arranjo Físico. Indústria. *Layout* Funcional.

Abstract – Continuously seeking to improve manufacturing processes due to innovations in the globalized market, relevant developments have been observed in the history of the industry. From the beginning of the last century to the present, there has been a clear need for in-depth studies of the disposal of resources on the factory floor. The distribution of materials, labor and machinery in the production area is called a layout. There are five basic types of arrangements that can provide process improvement in several aspects if selected and correct. This study aims to propose a layout model that best fits a medium-sized company in the metallurgical industry in the interior of São Paulo. Through the process, bibliographic research and scientific articles, a volume of matrix versus variety, the affinity diagram and the construction of a flow chart were applied. The interpretation of the volume versus variety matrix led to the choice of layout, after that with the flowchart it was possible to visualize how the sequence of the processes should be, as the affinity diagram defined the relationship between the sectors within the production process. Through the study using these objective tools, it is concluded that a layout proposal more suitable for this company is the arrangement by process, a conclusion based on the study of other authors.

Keywords: Flowchart. Physical arrangement. Industry. Functional Layout.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início do século passado alguns estudiosos buscam o aprimoramento dos processos de fabricação. O primeiro modelo de produção industrial, o processo artesanal era feito de maneira natural, não permitindo uma padronização dos produtos fabricados, e em cada produto manufaturado havia algo que diferenciava do anterior, onde o volume anual não ultrapassava a mil unidades (WOMACK et al., 1992, p.12).

Segundo Womack et al. (1992, p.12) o abastecimento da linha de produção era mal organizado, realizado em pequenas oficinas totalmente

descentralizadas, o artesão entrava em contato com os seus fornecedores, na medida que necessitava de peças.

Após o modelo de fabricação artesanal, surgiram Frederick Taylor e Henry Ford, inovando a maneira de se produzir carros, Ford contribuindo com o modelo de produção ágil e Taylor com a administração científica de tempos e métodos. Em 1913 esta nova forma de produzir proporcionava a produção de 800 carros por dia, totalizando 2 milhões de carros anualmente (DALL ROSSO, 2008, p.29).

Para Dall Rosso (2008), alguns anos após a implantação desse sistema melhorado surgiram vários conflitos quanto ao modelo de Henry Ford, mas sem dúvida era o melhor método de processo produtivo da época, motivo pelo qual se tornou conhecido e copiado por indústrias de diversos países, pois ainda que existissem vários pontos falhos, apresentava “excelentes resultados”.

Segundo Rajadell e Sánchez (2010), foi justamente no Japão que alguns resultados chamaram à atenção, em 1949 a empresa Toyota enfrentou diminuição em suas vendas, demitindo um grande número de funcionários no setor de produção. Com isto, a companhia buscou conhecer a maneira como a Ford gerenciava e produzia seus veículos, após fazer os comparativos com os recursos que tinham, desenvolveram o modelo de manufatura enxuta.

Segundo Shingo (1996) várias fontes de desperdícios encontrados pelo sistema Toyota, como desperdícios de transporte, movimentação e de estoque diminuem devido à melhoria do *layout* produtivo.

Para Santos et al. (2012), a maneira como é distribuído no chão de fábrica os recursos de produção, materiais, homens e máquinas é denominado de *layout* ou arranjo físico. Uma disposição eficiente desses recursos promove a otimização do espaço, maior satisfação dos colaboradores, impacta diretamente no tempo de ciclo do processo e conseqüentemente no capital financeiro (TUBINO, 2000).

Desde o século XX o *layout* tornou-se relevante dentro do processo produtivo devido às inovações do mercado globalizado, por conta dessas novidades a distribuição e o arranjo fizeram com que as técnicas e ferramentas do *layout* obtivessem maior atenção (NEUMANN e SCALICE, 2015).

De acordo com Singh e Yilma (2013), de 20% a 50% dos custos totais de fabricação diz respeito ao mau planejamento das instalações e movimentação

de materiais. Erros de dimensionamento podem tornar a produtividade longa e confusa, ressalta-se que desse custo poderia ser obtido uma redução de 10% a 30% (DRIRA et.al, 2007).

Para Corrêa e Corrêa (2013), existem cinco tipos básicos de *layout* são eles: posicional, por produto, por processo, celular e misto. Destaca-se que em qualquer tipo de organização pode se enquadrar dentro de algum dos modelos citados.

Layout posicional - conhecido como *Project shop* ou *layout* fixo, geralmente são utilizados na fabricação de produtos com dificuldade de movimentação devido aos fatores como: peso, formato e tamanho. Sendo assim, são posicionados e montados em local fixo, onde os equipamentos, matéria-prima, peças, operadores e máquinas se movimentam em relação ao que está sendo produzido, podemos exemplificar a fabricação de navios ou aviões (NEUMANN, SCALICE, 2015).

Layout por produto - esse tipo de arranjo também recebe o nome de *layout* em linha devido a sua forma, em que as máquinas são posicionadas no sentido de um fluxo linear de acordo com a sequência dos processos. Essa característica de instalação das máquinas se dá para atender a demanda de produtos que são fabricados em grandes volumes e de baixa variedade, como na fabricação de automóveis, medicamentos e computadores (NEUMANN, SCALICE, 2015).

Layout por processos - O *layout* por processos ou funcional, como também é chamado, consiste no agrupamento e departamentalização de máquinas e equipamentos que desenvolvem a mesma função, nesse aspecto os produtos se movimentam entre os departamentos de acordo com as suas necessidades, e/ou etapas (montagem, usinagem, soldagem, etc.) esta característica é indicada em sistemas de produção intermitente, ou seja, por lote como acontecem em setores de ferramentaria e metalúrgicas (NEUMANN, SCALICE, 2015).

Layout celular - Para Slack et al. (1997) esse tipo de arranjo se refere a montagem de “mini fábricas”, onde todos os recursos transformadores para determinada família de produto estarão alocados da entrada (*input*) à saída (*output*) como acontecem nas empresas calçadistas e têxtil.

Layout Misto – É a combinação de algum dos quatro tipos básicos de layout na mesma unidade, isto se dá na constatação de que nenhum dos quatro arranjos de maneira isolada é suficiente para suprir as necessidades do processo da empresa como um todo, pois dentro das empresas podem ocorrer variações de volumes de produção e variedade de itens (NEUMANN, SCALICE, 2015).

Visando alcançar vantagem competitiva e observando as possíveis melhorias a serem alcançadas, o presente trabalho tem como finalidade responder a seguinte questão de pesquisa: qual o *layout* mais adequado para uma empresa do ramo metalúrgico de médio porte?

A pesquisa possui como justificativa melhorar a organização do ambiente de trabalho, estudar a adequação dos espaços, a redução na perda de tempo com movimentações desnecessárias, perdas de materiais, redução de risco de acidentes e aumento de produtividade.

O estudo tem como objetivo propor um modelo de *layout* que melhor se enquadre para uma empresa de médio porte do ramo metalúrgico no interior de São Paulo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Gil (2008) é denominado estudo de caso quando é utilizada pesquisa exploratória, descritiva e explicativa utilizada em pesquisa de campo. Geralmente este tipo de estudo requer muito tempo, entretanto, pode-se chegar a resultados e conclusões em tempos mais curtos pela confirmação de outros estudos.

A sede da empresa estudada está localizada no interior de São Paulo, na cidade de Bebedouro e possui atualmente 21 colaboradores. A empresa escolhida está inserida no ramo metalúrgico há quatro anos e não possui filial, têm como atividades principais: montagem de estruturas metálicas (estrutura em geral, escada, guarda corpo, plataforma, telhado entre outros) e manutenção industrial (instalação e modificação de equipamentos, solda em tubulação, estruturas, fabricação e montagem de peças metálicas).

Nos últimos anos ocorreram diversas mudanças na empresa em um pequeno intervalo de tempo, até novembro de 2019 realizavam as atividades

em um pequeno barracão alugado. Com a finalização do seu espaço adquirido houve um melhoramento quanto a movimentação de materiais e de processos, mas ainda não era o estado ideal.

Em meados de junho de 2020 o sócio proprietário realizou a junção da empresa com outro empresário da cidade e juntos adquiriram um novo espaço que deverá comportar uma demanda maior de serviços, sendo assim, a proposta de *layout* se dará como sugestão de implantação para o novo espaço para as atividades que deverão se iniciar brevemente em sua nova planta.

Atualmente a empresa produz cerca de 30 toneladas ao mês, tendo carga horária diária de 9 horas com exceção às sextas-feiras que dispõe de 1 hora a menos. Existem sete processos que estão diretamente ligados ao fluxo de materiais: Recebimento de materiais, preparação, montagem, soldagem, jateamento, pintura e expedição.

2.1 Procedimento de coleta de dados

Para o procedimento de coleta de dados aplicado nesse estudo de caso foi o qualitativo, buscando aprofundar o conhecimento sobre o processo produtivo da empresa por meio de observações, esse método é fundamental para a pesquisa desde a constatação do problema, caminhando pela construção de hipóteses, coletas, análises e interpretações dos dados, podendo ser utilizada juntamente a outras técnicas (GIL, 2008).

Para complementar os esforços aplicados em busca de informações, foi realizado pesquisa bibliográfica e de artigos acadêmicos sobre o assunto. Ao chegar ao local em busca do fenômeno de interesse, no primeiro contato foi percorrido o objetivo do estudo e após concordância das partes interessadas iniciou a observação das tarefas e processos.

Na sequência além da observação de rotina, foi feita a medição da área disponível no chão de fábrica, espaço requerido de cada máquina e equipamento, na qual após as coletas de dados serão feitas análises mais aprofundadas utilizando técnicas e ferramentas, tais como: Fluxograma, Matriz volume e variedade, Diagrama de afinidades.

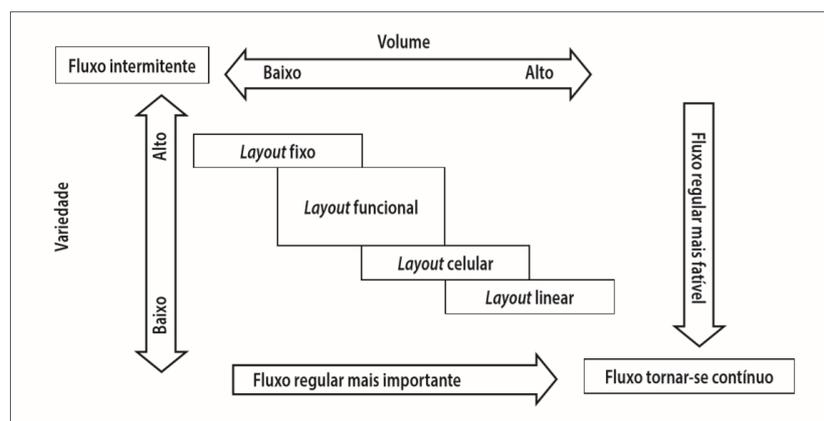
2.2 Fluxograma

Segundo Peinado e Graemi (2007), fluxograma é uma técnica, que tem como objetivo representar por meio de símbolos gráficos, cada etapa dos processos em sua respectiva sequência, esse recurso permite fazer análises do sistema produtivo em busca de melhorias.

2.3 Matriz Volume Versus Variedade

Slack *et al.* (2007) criou uma relação entre volume e variedade dos produtos, por meio de uma matriz que reduz a grosso modo entre uma ou duas opções de arranjos físicos, quando tal situação ocorrer, a escolha será determinada pela opção mais vantajosa para o processo.

FIGURA 1: Matriz volume versus variedade



Fonte: Baseado em Slack et al. (2007).

2.4 Diagrama de afinidades

De acordo com Peinado e Graemi (2007), o diagrama de afinidades (ou diagrama de relacionamento ou carta de interligações preferenciais) tem como objetivo analisar qualitativamente qual o grau de importância de proximidade entre os setores, áreas ou departamentos. A escala de afinidades se classifica através de letras "AEIOUX" nesse grau de importância, conforme figura 2.

FIGURA 2: Classificação da escala de afinidades

DESCRIÇÃO	VOGAL
<i>Absoluta</i>	A
<i>Excepcional</i>	E
<i>Importante</i>	I
<i>Ordinária</i>	O
<i>Sem importância</i>	U
<i>Distante</i>	X

Fonte: Peinado e Graemi (2007)

2.5 Desenvolvimento

Para desenvolvimento do estudo de forma organizada e planejada, foram agendadas visitas antecipadamente com o sócio proprietário da empresa. Para iniciar a entrevista primeiramente foi explanado o objetivo do estudo em busca da concordância mútua quanto à realização, nesse primeiro encontro foram coletadas informações significantes para o desenvolvimento desse estudo.

Através de averiguações foram notadas falhas dentro do processo, movimentações desnecessárias de material e de pessoas, desorganização na área de trabalho gerando ambientes propícios a acidente e desperdício de espaço. Sendo assim, a empresa não consegue manter o fluxo contínuo elevando o custo operacional.

Sabendo que a aplicação da melhoria ocorrerá no novo espaço adquirido pela empresa, foi notada a necessidade de conhecer a área disponibilizada para desenvolvimento do novo *layout*.

Inicialmente foi realizada a análise da matriz volume versus variedade, aplicando-a na realidade da empresa, reforçando como um dos parâmetros para a escolha do melhor *layout* a ser sugerido.

Para o segundo passo, houve a observação do fluxo de execução de atividades bem como do processo produtivo como um todo. Juntamente com estudos de outras empresas do mesmo segmento, foi desenvolvido o modelo de fluxograma através do *software Bizage Modeler* que mais atendesse as necessidades e características da empresa estudada.

Fortalecendo a ideia de identificar quais setores processuais necessitem ou não estarem próximos entre si, foi aplicado a técnica do diagrama de afinidade (ou diagrama de relacionamento) para definir melhor a posição de cada setor dentro do processo.

Para melhor mapear o espaço disponível, foi coletada as medidas do barracão com uso de uma trena digital. De forma a atender a necessidade da empresa e utilizando a área disponível (1581,50 m²), foi desenvolvido o *layout* através do *Software AutoCad* (figura 3) apresentado abaixo, que melhor alocasse os setores e equipamentos com a finalidade de dar métrica aos serviços prestados pela metalúrgica.

FIGURA 3: Área disponível para aplicação do projeto



Fonte: Autoria própria

2.6 Análise de dados

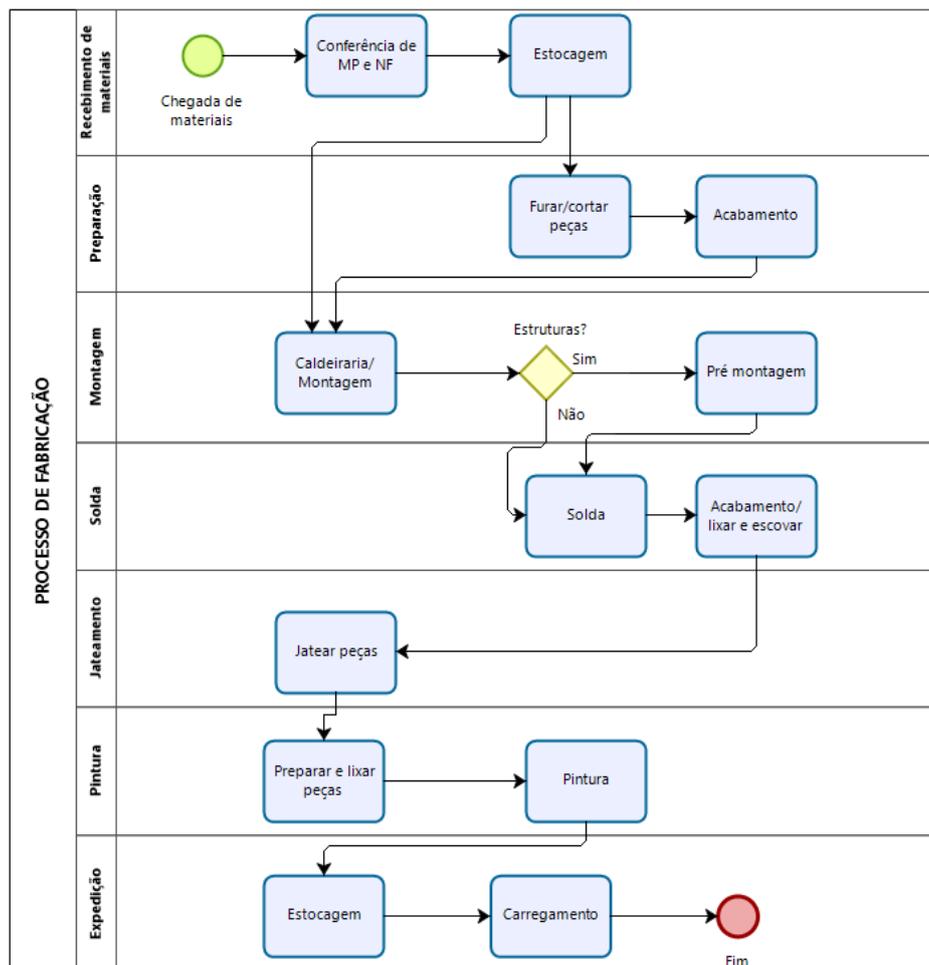
A análise de dados foi mediante informações adquiridas em campo, dentre elas, a relevância de proximidade entre setores, a área disponível para desenvolvimento da proposta da planta, a elaboração do fluxograma do processo e a utilização da matriz de relação entre volume versus variedade. Com a apresentação destes dados, foram analisados em concordância com a literatura para definição de qual tipo de *layout* propor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos primeiros resultados obtidos foi com a interpretação da Matriz Volume versus Variedade, na qual direcionou a aplicação pela utilização dos dados fornecidos da produtividade e pela variedade de itens do portfólio da metalúrgica, direcionando assim os estudos para a escolha de um *layout* de processo.

Foi elaborado o fluxograma com base nas atividades que já vinham sendo realizadas na antiga sede e em outras empresas do mesmo setor, tendo a ideia central de mostrar a sequência que o processo deverá seguir, desde a chegada da matéria prima até a expedição, conforme a figura 4:

FIGURA 4: Fluxograma proposto para a empresa estudada do ramo metalúrgico.



Fonte: Autoria própria

Após a construção do fluxograma houve a necessidade de estudar a relação de afinidade que os departamentos possuem entre si conforme apresentado na figura 5 abaixo. Para isso, foram utilizados critérios de avaliação, entre eles estão: Fluxograma do processo, distância a ser percorrida, poeira, névoas, ruído e suprimento da linha de produção.

FIGURA 5: Aplicação do diagrama de afinidades na empresa em estudo

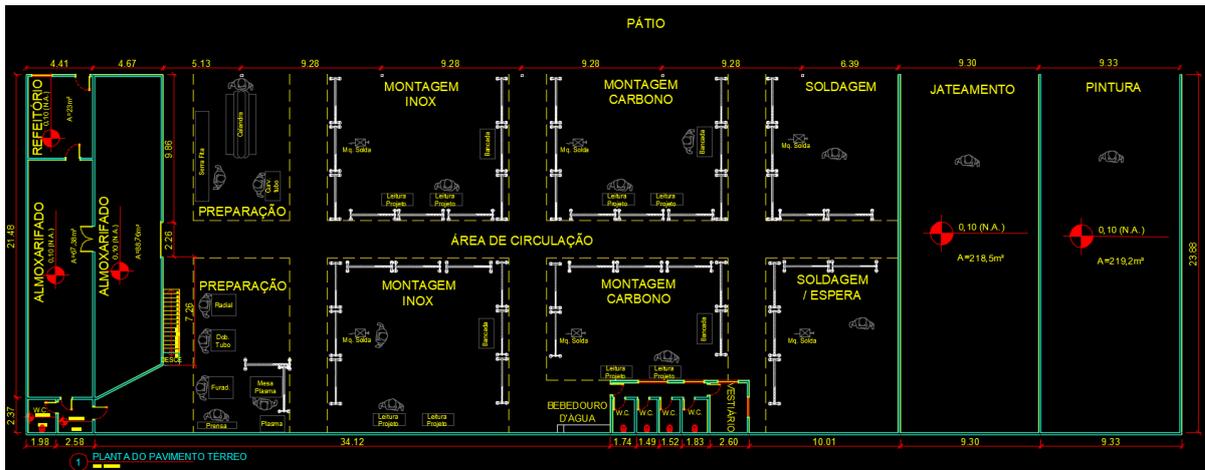
DIAGRAMA DE AFINIDADES							DESCRIÇÃO	VOGAL
Almoxarifado							Absoluta	A
A	Preparação						Excepcional	E
E	A	Montagem					Importante	I
I	I	A	Solda				Ordinária	O
X	U	I	A	Jateamento			Sem importância	U
X	X	X	O	A	Pintura		Distante	X
U	U	O	I	O	A	Expedição		

Fonte: Autoria própria

Com a análise do diagrama de afinidades para exemplificar a aplicação, concluímos que o setor de almoxarifado tem a necessidade de estar próximo à preparação por estar no início do processo (representado pela letra A), diferentemente do setor de preparação que precisa ficar distante do setor de pintura para evitar contato com poeiras e névoas (representado pela letra X).

Com base nos resultados obtidos utilizando as ferramentas estudadas, sugerimos que o modelo de arranjo mais apropriado, considerando as características da empresa estudada é o *layout* por processos/funcional, conforme apresentado na figura 6 abaixo.

FIGURA 6: Proposta de *layout* por processo apresentado para a empresa em estudo



Fonte: Autoria própria

Segundo Brown et al. (2005) esse modelo de *layout* por processo possibilita a fabricação de uma variedade de produtos, a disposição das máquinas não precisa necessariamente ter uma sequência específica, indo para o próximo processo quando necessário.

Moreira (2011) ressalta que esse tipo de *layout* tem como fatores positivos a flexibilidade do sistema por se adaptar com facilidade aos produtos e serviços.

Ao relacionar as vantagens sobre o *layout* por processo, Slack et al. (2006) reafirma o alto grau de flexibilidade que esse tipo de arranjo proporciona, possibilitando também maior resiliência quando acontecem interrupções isoladas em determinadas etapas do processo, e por último exalta a facilidade de supervisão de equipamentos e instalações pela organização que proporciona o *layout*.

Para Corrêa e Corrêa (2012) utiliza-se de arranjo físico por processo quando esses acontecem em intervalos intermitentes, sofrendo com isso uma variação. Segundo o autor deve ter cautela aproximando os setores para que esses fluxos não se cruzem.

Destacando a citação acima de Corrêa e Corrêa (2012) quando alerta sobre o distanciamento dos setores para que não haja o cruzamento de fluxos do processo, observa-se que o *layout* e o fluxograma proposto da empresa

estudada não sofrerão com esse problema devido à sequência clara que existe no processo.

Neumann e Scalice (2015) relacionam os tipos de *layout* confrontando com algumas características importantes nos processos produtivos, fortalecendo a ideia que o *layout* funcional ou por processo é o que melhor se adequa dentro das características de produção da empresa estudada, conforme apresentado na figura 7.

FIGURA 7: Características dos tipos básicos de *Layout*

	Posicional	Funcional	Celular	Linear
<i>Tipo de produto</i>	grande	médio / pequeno	médio / pequeno	pequeno
<i>Diferenciação de produto</i>	alta	alta	média / baixa	baixa / nenhuma
<i>Volume de produção por tipo de produto</i>	uma ou poucas unidades	pequena quantidade	pequena ou média quantidade	grande quantidade
<i>Produção</i>	sob encomenda	sob encomenda	para estoque	para estoque
<i>Projeto</i>	especial sob encomenda	variável / customizável	repetitivo / modular	padronizado
<i>Flexibilidade de processo</i>	alta	alta / média	média / baixa	baixa / nenhuma
<i>Variação de roteiro</i>	alta	alta / média	média / baixa	nenhuma
<i>Mão de obra</i>	qualificada	qualificada	polivalente	baixa qualificação

Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015)

Camarotto (1998) comentam em relação ao maquinário empregado nos processos, que o *layout* funcional ou por processo direciona a disposição dos equipamentos nas áreas produtivas, relacionando-os por agrupamentos de operação, essa configuração se dá pela semelhança de suas funções.

4. CONCLUSÃO

Diante do exposto e da metodologia escolhida para o desenvolvimento deste estudo e da aplicação das ferramentas, conclui-se que para a empresa em estudo, sendo ela de médio porte e do ramo metalúrgico, a proposta de *layout* mais adequado é por processos, que visa proporcionar para a empresa organização do ambiente de trabalho, melhor distribuição dos espaços e eliminação de movimentações desnecessárias.

Partindo da premissa que o estudo teve como objetivo propor um modelo de *layout*, ressalta-se que fica como oportunidade de trabalho futuro a aplicabilidade das metodologias em empresas de diferentes segmentos e tamanhos, inclusive usufruir de uma análise detalhada dos resultados pós-aplicação.

REFERÊNCIAS

BIZAGI MODELER. Disponível em: <<http://www.bizagi.com/pt/produtos>>. Acesso em: 25 de Agosto de 2020.

BROWN, Steve; LAMMING, Richard; BESSANT, John; JONES, Peter. **Administração da produção e operações: um enfoque estratégico na manufatura e nos serviços**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 3. Ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**. 2. Ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2013.

DALL ROSSO, Sadi. **Mais trabalho!: a intensificação do labor na sociedade contemporânea**. São Paulo: Boitempo, 2008.

De SORDI, José Osvaldo. **Gestão de processos: uma abordagem da moderna administração**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008

DRIRA, A.; PIERREVAL, H.; HAJRI-GABOUJ, S. **Facility layout problems: A survey**. Annual Reviews in Control, v. 31, n. 2, p. 255–267, 2007.

FRITZEN, Larissa de Souza Pedrosa; SAURIN, Tarcisio Abreu. **Avaliação de práticas de produção enxuta em células de manufatura no setor automotivo**. Produto & Produção, v. 15, n. 4, p. 68-88, 2014.

GIANACCINI, D. **CADguru - Conhecimento Livre na Internet**. Disponível em: <<http://cad.cursosguru.com.br/novidades/comosurgiuautocadqualsuaimportancia/>> Acesso em: 05 de Julho de 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 3, p. 21, 1995.

KARIM A e ARIF-UZ-ZAMAN, K. **Uma metodologia para implementação eficaz de estratégias lean e sua avaliação de desempenho em organizações de manufatura.** Business Process Management Journal, 2013.

MANZINI, E. J. **Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. Anais...Bauru: SIPEQ, USC, 2004. p. 1-10.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.**2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout.** Rio de Janeiro: Elsevier 2015. 422 p.

PEINADO, J. e GRAEMI A. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

RAJADELL, M. e SÁNCHEZ, JL. **Fabricação enxuta: a evidência de uma necessidade.** México: Edições Días de Santos, 2010.

RAHMAN CML, HOQUE MA, UDDIN SM. **Avaliação da implementação total da manutenção principal produtiva em uma empresa de manufatura semi-automática através de análise de tempo de inatividade e tempo de inatividade média.** (Estudo de caso: uma empresa de fabricação semi-automatizada de Bangladesh). IOSRJEN, 2014

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. **Planejamento Sistemático de Layout: Adaptação e Aplicação em Operações de Serviços.** Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 1-21, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção.** 1ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 2ª edição. São Paulo: Atlas, São Paulo, 2007.

SINGH, A. P.; YILMA, M. **Production floor layout using systematic layout planning in Can manufacturing company.** In: IEEE International Conference on Control, Decision and Information Technologies. CoDIT, Hammamet, Tunisia: p. 822 – 828, 2013.

SHARMA et al. **Impacto das práticas enxutas nas medidas de desempenho no contexto da indústria indiana de máquinas-ferramenta.** Journal of Manufacturing Technology Management, 2015.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

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

WOMACK, James P. et al. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.