

PLANEJAMENTO DO ARRANJO FÍSICO DE UMA PEQUENA INDÚSTRIA METALÚRGICA: UM ESTUDO DE CASO

Antonio Carlos Gavião Junior¹; José Airton Azevedo dos Santos²; Carla Adriana Pizarro Schmidt³; Carlos Aparecido Fernandes⁴

Resumo

Atualmente as empresas, devido ao rápido aumento de demanda, necessitam aumentar sua eficiência para competir com empresas concorrentes. O arranjo físico é um fator importante para eficiência operacional de uma empresa. Um bom planejamento e organização dos processos produtivos oferecem um caminho para a busca da eficiência. Neste contexto este trabalho teve como objetivo propor um novo arranjo físico, para uma pequena empresa metalúrgica, baseado na metodologia SLP (Systematic layout planning). No novo arranjo físico foram sugeridas mudança de setores produtivos e remoção de materiais desnecessários para a produção. Concluiu-se que o método SLP mostrou-se eficiente na criação do arranjo físico proposto.

Palavras-chave: Arranjo físico, SLP, Empresa metalúrgica.

Abstract

Today the companies, due to the rapid increase in demand, need to increase their efficiency to compete with rivals companies. The layout is an important factor for the operational efficiency of a company. Good planning and organization of the productive processes offer a path to the search for efficiency. In this context, the objective of this work was to propose a new layout for a small metallurgical company based on the SLP (Systematic layout planning) methodology. In the new layout it was suggested to change productive sectors and to remove unnecessary materials for production. It was concluded that the SLP method was efficient in creating the proposed layout.

Keywords: Layout, SLP, Metallurgical company.

Introdução

A crescente concorrência global faz com que as empresas necessitem reduzir prazos de entrega, aumentem o padrão de qualidade dos seus produtos e reduzam custos. Portanto, devem estar constantemente revendo seus procedimentos e abordagens gerenciais, bem como processos e produtos em uma tentativa de adequá-los às necessidades do mercado (MARTINS; LAUGENI, 2005; NOGUEIRA, 2009).

¹ Graduado em Engenharia da Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, campus Medianeira. E-mail: antoniogaviao.90@gmail.com.

² Doutor Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, campus Medianeira. E-mail: airton@utfpr.edu.br.

³ Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina-UEL, professora do mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, campus Medianeira. E-mail: carlaschmidt@utfpr.edu.br.

⁴ Doutor Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, professor do curso de Engenharia da Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, campus Medianeira. E-mail: carlosfernandes@utfpr.edu.br.

A disposição física dos recursos de produção, homens, máquinas e materiais, é denominada de arranjo físico ou layout (SANTOS et al., 2012). Entre as diversas finalidades da implementação de um arranjo físico, destaca-se a otimização dos espaços dos setores produtivos. A otimização impacta na redução dos tempos de produção, na satisfação dos funcionários e conseqüentemente no capital financeiro (TUBINO, 2000). Muitas empresas utilizam arranjos físicos inadequados, acarretando em perdas consideráveis como gargalos (com perda de tempo de produção), longas distância entre os setores (com perda através de movimentações excessivas de materiais e operários), ociosidade dos equipamentos e/ou máquinas, excesso de áreas (com perda de recursos na utilização da edificação), etc (ROSA et al., 2014).

O método SLP, também denominado de carta de ligações preferenciais, é uma ferramenta, utilizada para elaboração de layout, que analisa a relação de importância entre as atividades ou áreas de uma dada empresa. Este método trabalha com as seguintes variáveis: Produto (materiais), Quantidade (volumes), Roteiro (sequência do processo de fabricação), Serviços de suporte e Tempo (TURATI; FILHO, 2016; NEUMANN; MILANI, 2009). Segundo Silva (2012) os procedimentos da metodologia SLP são amplamente utilizados no planejamento de vários layouts de sistema produtivos.

Neste contexto este trabalho teve como objetivo propor um novo arranjo físico, para uma pequena empresa metalúrgica, baseado na metodologia SLP.

1 Fundamentação teórica

Os diferentes tipos de arranjos físicos guardam uma coerência da relação existente entre as exigências de determinado tipo de produto (quantidade e variedade a ser produzida) e a natureza do processo produtivo presente na linha fabril. Os tipos básicos de Arranjo Físico são: arranjo por produto ou por linha; arranjo por processo ou funcional; arranjo celular; arranjo por posição fixa e arranjo misto (SLACK, 2009).

O arranjo físico da empresa metalúrgica é caracterizado como arranjo físico por produto, uma vez que os processos não apresentam grandes diferenças e seguem a mesma linha de produção. De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), o arranjo físico por produto, ou simplesmente arranjo físico em linha, segue uma ordem linear desde a entrada da matéria-prima até a saída do produto acabado. Esta forma de produção segue a lógica do one-pieceflow, passando de um processo para o outro

2.1 SLP - Systematic Layout Planning

O Planejamento Sistemático de Layout (SLP) é uma técnica que auxilia na tomada de decisão sobre o layout de uma empresa (BRITTO et al., 20015). O SLP é um procedimento que visa identificar dentre vários cenários aquele que mais se ajusta às necessidades estabelecidas pela empresa (MUTHER; WHEELER, 2000).

O Planejamento Sistemático de Layout representa uma metodologia com grande aplicabilidade em projetos de layout, especialmente em layouts funcionais.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), a metodologia SLP desenvolve-se em cinco etapas (Quadro 1). A primeira etapa consiste na aplicação do diagrama “de – para”. Também conhecido como diagrama de fluxo, este mecanismo registra o fluxo de produtos entre os setores.

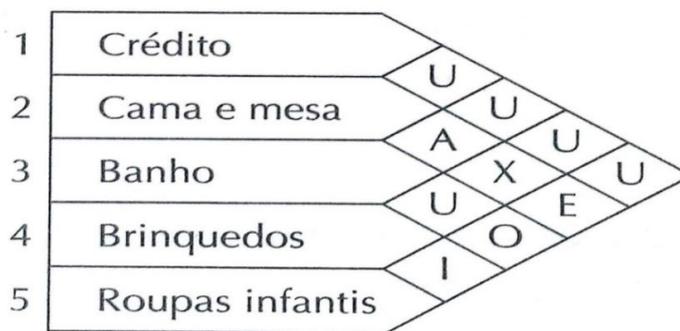
Quadro 1 – Etapas para aplicação da metodologia SLP

Etapas	Possíveis Ferramentas
1. Análise de fluxos de produtos ou recursos	Diagrama de fluxo ou ferramenta “de – para”
2. Identificação e inclusão de fatores qualitativos	Diagrama de relacionamento de atividades
3. Avaliação dos dados e arranjo de áreas de trabalho	Diagrama de arranjo de atividades
4. Determinação de um plano de arranjo de espaços	Diagrama de relações de espaço
5. Ajuste do arranjo no espaço disponível	Planta do local e modelos (<i>templates</i>)

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Na etapa dois, com base nas relações e nas restrições das atividades da empresa, avaliam-se as conveniências e os impedimentos das proximidades entre os setores com o auxílio do diagrama de relacionamento de atividades (Figura 1). Representa-se a proximidade de dois setores com a classificação decrescente da importância, sendo A (absolutamente necessário), E (especialmente importante), I (importante), O (proximidade normal, ou ordinary closeness), U (indiferente) e por fim com o X (indesejável) (BARBOSA, 1998). Segundo Corrêa e Corrêa (2012), cada letra corresponde a um valor, A com valor quatro, E com valor três, I com valor dois, O com valor um, U com valor zero e por fim X com valor negativo.

Figura 1 – Diagrama de relacionamento de atividades

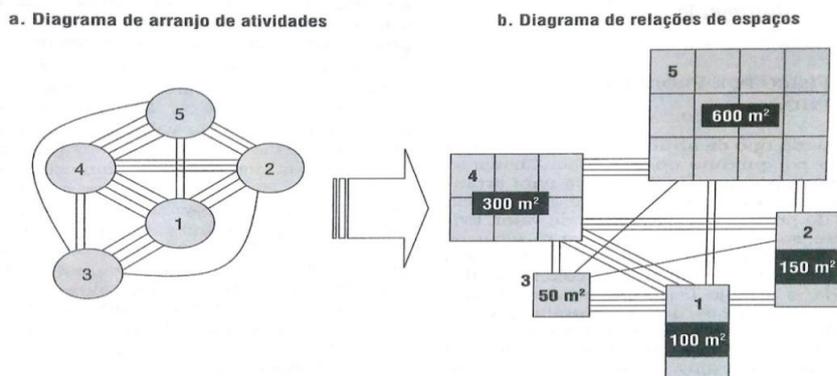


Fonte: Martins e Laugeni (2005, p. 158)

Dados suas classificações, é recomendado a comparação dos setores, organizando-os de dois em dois, para assim conhecer suas similaridades e restrições. Para dois setores estarem próximos é necessário haver uma dependência entre eles ou simplesmente ser um setor subsequente aquele em que o produto desenvolvido está inserido (TURATI; FILHO, 2016).

A terceira etapa é baseada nas informações da etapa dois. Através dos dados, mapeia-se o arranjo das atividades (Figura 2a). Cada círculo neste diagrama representa um setor da empresa, conectado com linhas representando o valor de cada letra no diagrama de relacionamento das atividades. Ou seja, na Figura 2a os setores quatro e cinco apresentam proximidade absolutamente necessária, classificada como A e valor 4. Por isso contém quatro linhas ligando os dois setores. Já o setor cinco e o setor um apresentam proximidade importante, classificada como I e valor dois, por isso duas linhas conectam estes dois setores (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Na quarta etapa elabora-se o diagrama de relacionamento do espaço (Figura 2b). Utilizam-se os mesmos conceitos da etapa três, porém os setores são especificados com a área total de cada zona de trabalho.

Figura 2 - Diagramas de arranjo de atividades e relações de espaços



Fonte: Corrêa e Corrêa (2012, p. 402)

Por fim, elabora-se o layout final observando as restrições de espaço e a prioridade de ligações.

3 Materiais e Métodos

3.1 Descrição da Empresa

O presente estudo foi elaborado em uma empresa metalúrgica situada na Região Oeste do Paraná. A empresa metalúrgica entrou no mercado em 2014 e produz portas, janelas e portões. É uma empresa familiar que atende a região de Medianeira – PR. A metalúrgica conta com máquinas de solda, máquinas policorte, esmeril e setores de pintura e secagem de produtos acabados. A empresa possui uma área construída de 390 m² e conta com 4 funcionários.

3.2 Processo de Fabricação

O processo de produção, dos produtos fabricados na empresa (portões, janelas e portas), começa com a chegada do pedido do cliente. Inicialmente, os funcionários pegam os perfis de aço, no estoque da empresa, e os enviam para as máquinas policorte. Sendo os perfis cortados com as medidas requeridas pelo pedido. Após esta etapa, as peças são enviadas ao Setor de Solda. Neste setor as peças são lixadas para depois serem soldadas. Na sequência, o produto é enviado ao Setor de Pintura, sendo pintado de acordo com os requisitos do cliente. Depois de pintado, o produto vai para secagem ao ar livre (Figura 3). Finalmente, é enviado para a expedição.

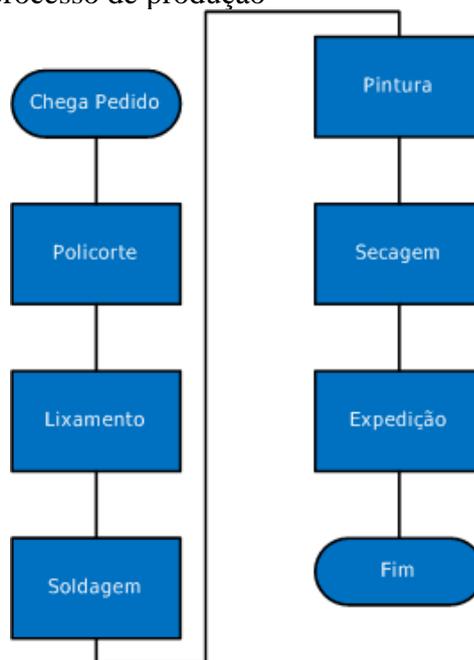
Figura 3 - Setor de secagem da metalúrgica



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Na Figura 4 apresenta-se o fluxograma do processo de produção da empresa.

Figura 4 - Fluxograma do processo de produção

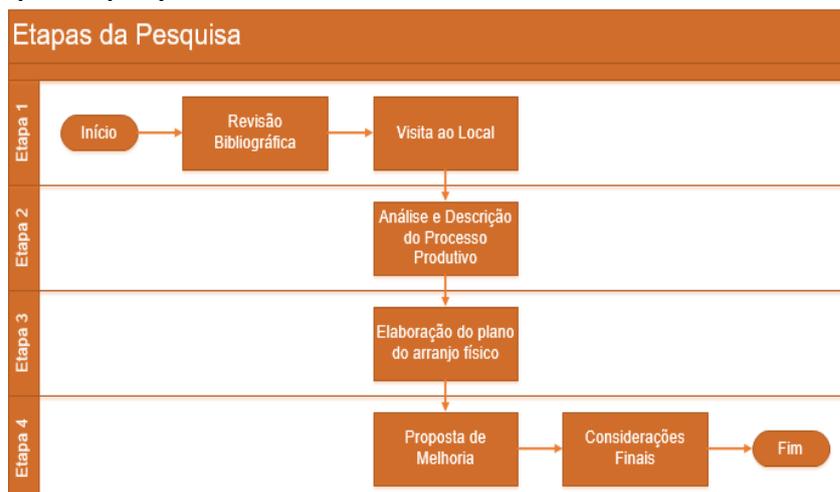


Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi elaborado em quatro etapas, conforme descrito na Figura 5.

Figura 5 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

1ª Etapa: Inicialmente, na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre arranjo físico. Nesta etapa foram também realizadas visitas a empresa. As visitas as instalações da empresa são de vital importância para o processo de coleta de informações.

2ª Etapa: Esta etapa consistiu em conhecer algumas características da indústria metalúrgica, seus funcionários, as matérias primas, os equipamentos e os processos utilizados. Nesta etapa também foram mapeados o fluxo dos materiais e o *layout* atual da empresa.

3ª Etapa: Nesta etapa levantou-se as possíveis soluções para o *layout* atual, utilizando o fluxograma de atividades.

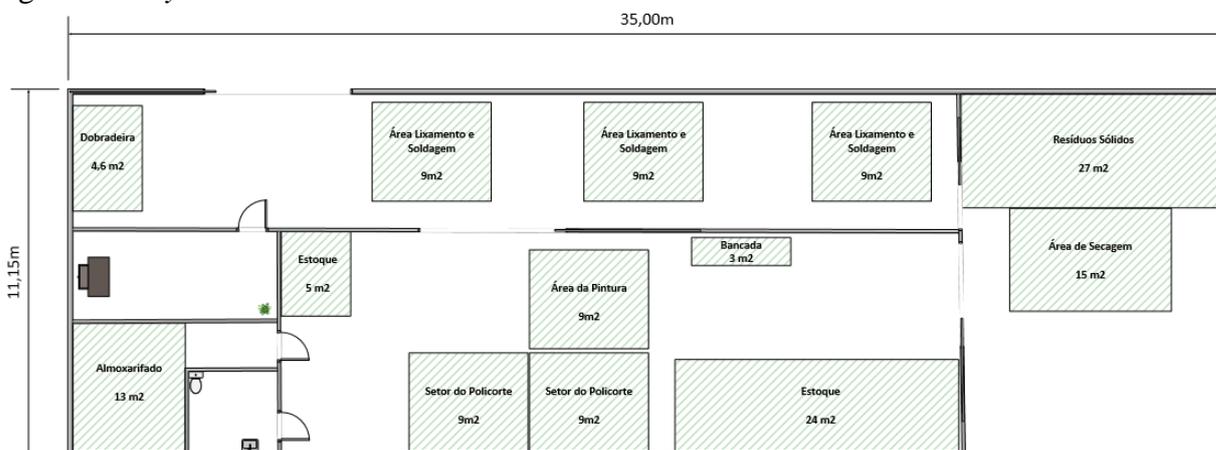
4ª Etapa: A partir das análises e levantamentos técnicos realizados, desenvolveu-se a etapa quatro, que consistiu em propor um novo *layout* para a indústria metalúrgica.

4 Resultados e Discussões

4.1 *Layout* atual da metalúrgica

A empresa possui um galpão que já passou por diversas modificações ao longo do tempo, mas nunca passou por um estudo de organização de seus maquinários. A Figura 6 apresenta o *layout* atual da empresa.

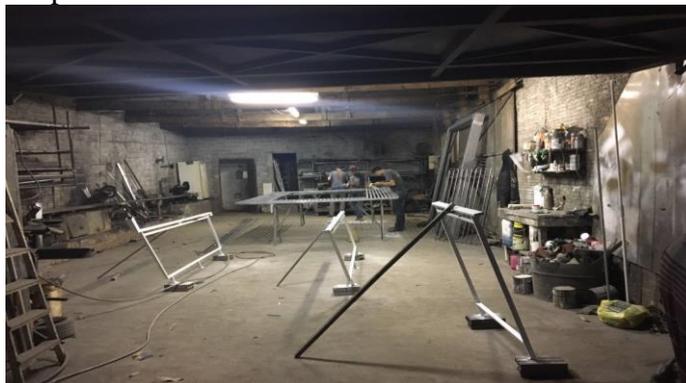
Figura 6 – *Layout* atual



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

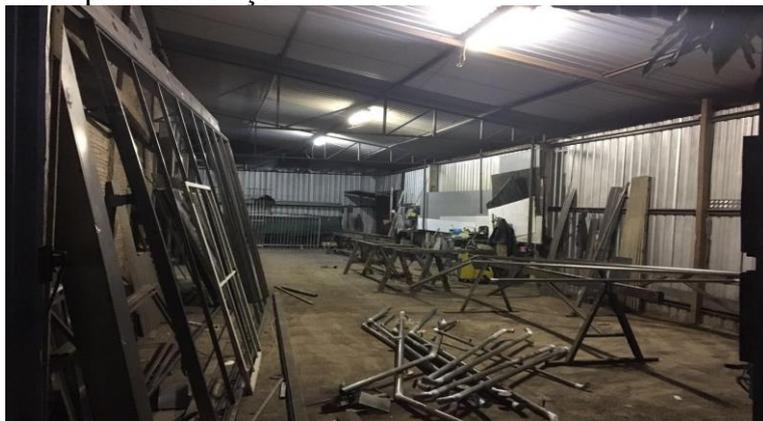
O barracão da empresa é dividido em duas seções. A seção 1, com paredes de alvenaria (Figura 7), contém às áreas de almojarifado, escritório, banheiro, estoque, máquinas policorte, pintura e estoque. A seção 2, com paredes de aço (Figura 8), contém três áreas de lixamento e solda e uma máquina dobradeira.

Figura 7 - Galpão com paredes de alvenaria



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Figura 8 – Galpão com paredes de aço



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

A empresa metalúrgica possui dois portões de acesso, um deles utilizado para entrada de insumos e o outro para saída de produtos acabados.

Observa-se que a empresa atende demandas por encomendas, não atuando com remessas constantes. A empresa não possui controle estatístico de saídas de produtos acabados e muito menos da matéria prima adquirida. Cada produto fabricado pela metalúrgica é único, atendendo tamanhos diferentes para cada cliente. A organização não possui estoque inicial, com muitos insumos, pois a compra é feita de acordo com os pedidos. Porém, o estoque intermediário apresenta problemas, devido a quantidade de produtos em trânsito no galpão.

Identificou-se, através de observação e de informações obtidas de funcionários da empresa, a:

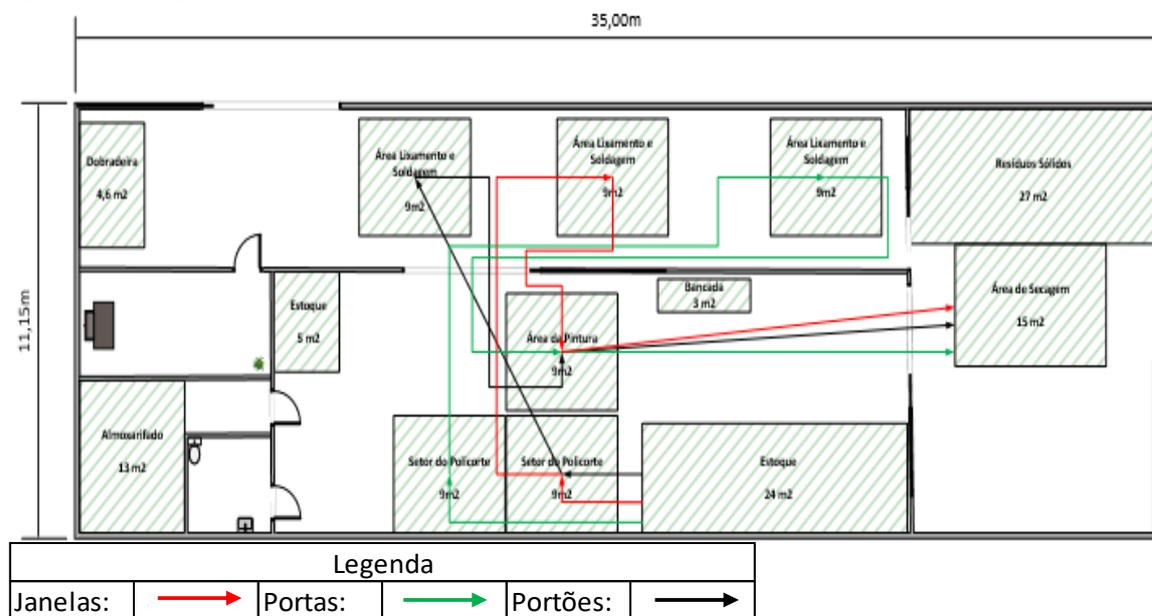
- a) Existência de materiais acumulados dentro da linha de produção. Inclusive ferramentas de produção que não são utilizadas, como é o caso de uma bancada e uma dobradeira.
- b) Falta de local para alocar produtos semiacabados, acarretando em acúmulo de produtos na linha de produção, dificultando a movimentação de funcionários no ambiente de trabalho.
- c) Aglomeração de materiais antes do setor de pintura, pois a empresa possui apenas um compressor de tinta. Observa-se que o setor de pintura é o gargalo da empresa, ocasionando em ócio de maquinários e funcionários na linha de produção.
- d) Geração de resíduos que danificam a pintura dos produtos presentes no setor de pintura.

- e) Existência de retrabalho devido ao processo de secagem da metalúrgica. Por serem utilizadas escoras improvisadas, muitas vezes os portões, as portas e as janelas caem, causando avarias e sendo necessário o retrabalho. Observou-se, também a existência de uma árvore dentro da área de secagem, que danifica os itens quando caem folhas ou frutos.
- f) Fatal de setor de expedição.

4.2 Proposta de *Layout* Utilizando o SLP

Diante destas constatações, foi possível identificar oportunidades de melhorias no atual arranjo físico da empresa. Inicialmente, para a proposta de um novo *layout*, foi realizado o mapeamento do fluxo de materiais. Nesta etapa foram identificados os caminhos percorridos pelos produtos fabricados pela empresa (Figura 9).

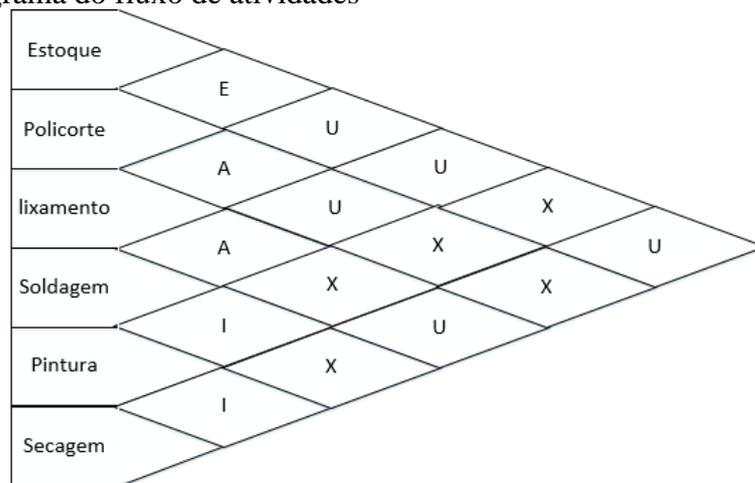
Figura 9 - Mapeamento do fluxo de materiais



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

O mapeamento do fluxo apresentado na Figura 9 mostra que as ordens de movimentação dos produtos são desorganizadas, ocasionando movimentações desnecessárias e conseqüentemente perdas de tempo de produção. Na seqüência, implementou-se o diagrama de relacionamento de atividades (Figura 10). Na construção do diagrama foram utilizados os setores de: Estoque; Policorte; Lixamento; Soldagem; Pintura e Secagem.

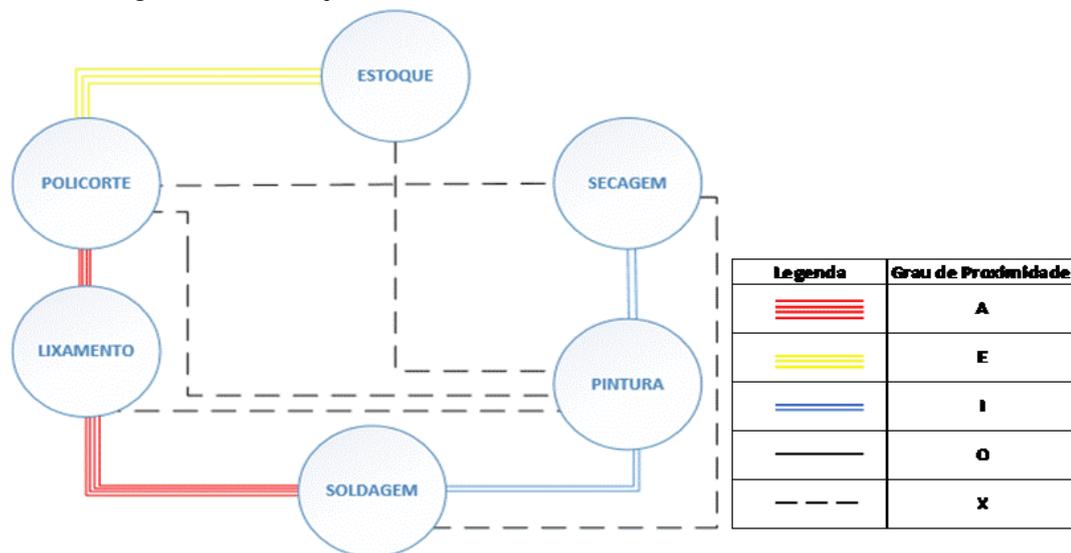
Figura 10 - Diagrama do fluxo de atividades



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Observa-se através do diagrama apresentado na Figura 10, que os setores foram relacionados entre si. Concluiu-se que há cinco restrições de proximidades, representados pela letra **X**. O Setor de Pintura, por liberar resíduos de tinta, deve ser isolado dos Setores de Lixamento, Policorte e Estoque. O Setor de Secagem deve ficar distante dos Setores de Soldagem e Policorte, pois ambos liberam resíduos que causam retrabalho nos portões, portas e janelas.

Figura 11 - Diagrama de arranjo de atividades



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

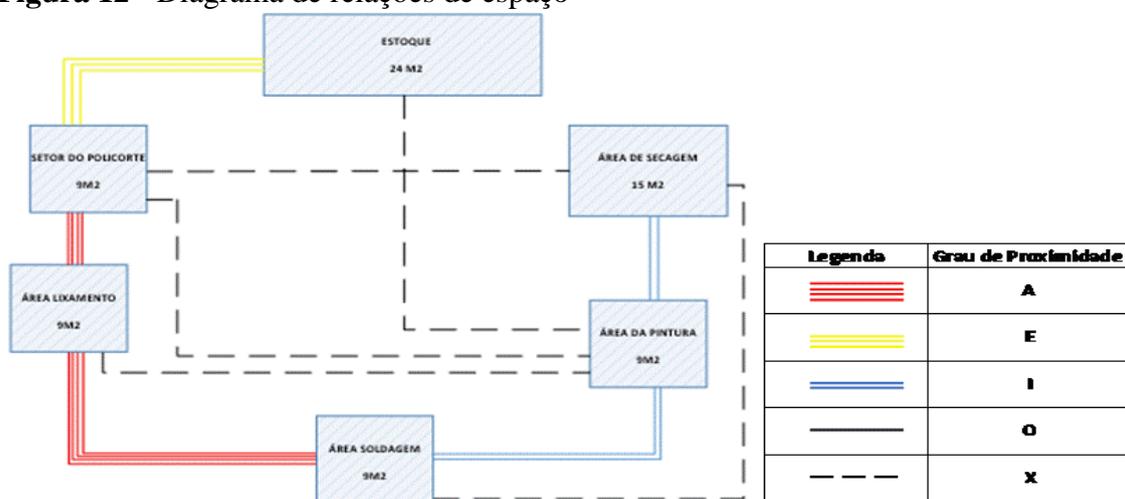
A seguir, foram elaborados o diagrama de arranjo de atividades e o diagrama de relações de espaço (Figuras 11 e 12). Estes diagramas têm como finalidade ilustrar as restrições entre os setores. O diagrama de arranjo de atividades mostra as relações entre os setores. Já o diagrama de relações de espaço expõe, além de suas relações, a área necessária

que cada setor necessita para o seu funcionamento. Estas etapas constituem os tópicos três e quatro da metodologia SLP, proposta por Corrêa e Corrêa (2012).

Observa-se que o grau de proximidade **U** não foi expresso em legenda pois como afirmado anteriormente, neste presente trabalho, o **U** apresenta valor zero. Isto acontece pelo fato de que esta letra é classificada como não importante, ou seja, de acordo com a metodologia proposta, os setores que não apresentam ligações podem ficar perto um do outro, como é o caso, por exemplo, dos setores de Estoque e Secagem.

Os espaços, atribuídos aos Setores da indústria metalúrgica, são apresentados no diagrama de relações de espaço (Figura 12).

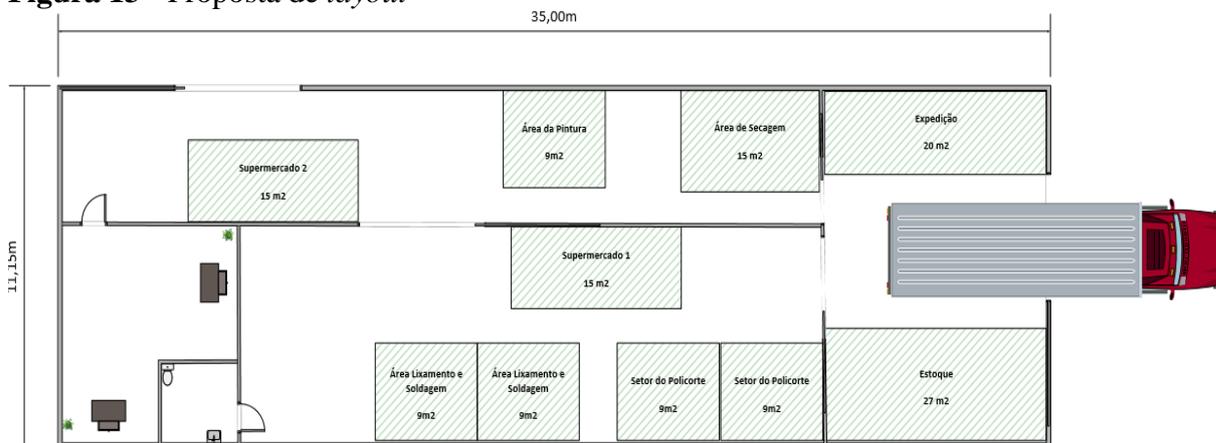
Figura 12 - Diagrama de relações de espaço



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

O novo *layout* da indústria metalúrgica é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Proposta de *layout*



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

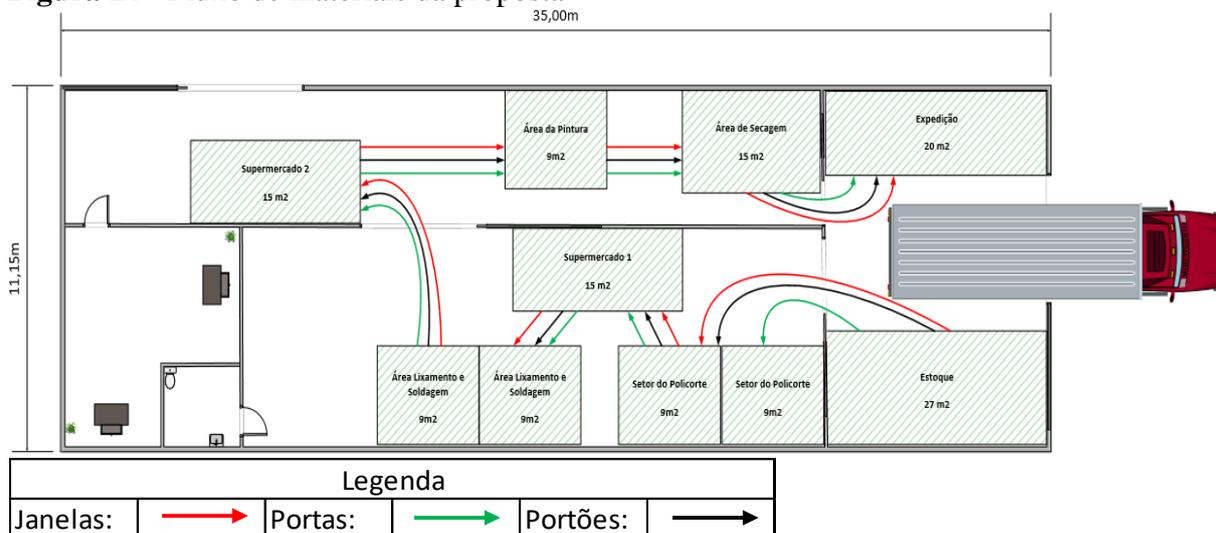
Inicialmente, na primeira ação desta proposta de melhoria, removeram-se os materiais desnecessários que atrapalhavam o fluxo da linha de produção. Foi também necessário

remover os resíduos sólidos que ficavam próximo ao Setor de Secagem, além de sugerir a poda da árvore. A dobradeira, que não é utilizada na linha de produção, assim como uma bancada, que ficava dentro do barracão, foram removidas. Um Setor de Lixamento e Soldagem foi removido, pois o acúmulo de produtos intermediários antes do Setor de Pintura atrapalhava a linha de produção.

Diante da remoção de objetos que não agregam valor à produção, foi feita a ampliação do galpão onde fica o Setor de Secagem. Com isto, a empresa ganha mais espaço para produzir, observando que o Setor de Secagem fica num ambiente controlado de ameaças externas (chuva, vento, etc). O almoxarifado da empresa foi extinto, pois atualmente não é utilizado e seu espaço foi aproveitado para a ampliação do escritório do gestor, para receber possíveis clientes e melhorar seu ambiente de trabalho.

Com um novo espaço produtivo ampliado e organizado, o estoque de materiais foi organizado para ficar no canto direito inferior da planta do galpão. Esta posição estratégica facilita a descarga dos insumos por caminhões. Moveram-se os Setores de Policorte e ao seu lado foram colocados os Setores de Lixamento e Soldagem. O Setor de Pintura foi movido para a seção 2. Ao seu lado ficaram os Setores de Secagem e Expedição, criado para realizar o despacho dos produtos acabados da metalúrgica. A proposta de *layout* conta ainda com dois supermercados. Estes setores foram criados para serem os estoques intermediários entre os processos, porque a empresa enfrenta dificuldades no armazenamento de produtos não finalizados. Com esta proposta de *layout* o sistema de produção da empresa vai ganhar organização e agilidade. A Figura 14 apresenta o fluxo de materiais da proposta de *layout*. Observa-se que nesta proposta o fluxo de materiais não se cruza.

Figura 14 - Fluxo de materiais da proposta



Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

4 Conclusões

O estudo sobre o arranjo físico é de grande importância para todas as organizações. Um *layout* otimizado interfere positivamente na qualidade de vida dos trabalhadores, no tempo de produção, na organização dos espaços e na melhor utilização dos recursos para a elaboração de determinado produto ou serviço.

Este trabalho propôs um novo arranjo físico, para uma pequena empresa metalúrgica, baseado na metodologia SLP, com a intenção de melhorar seus processos e fluxos, tendo em vista seus problemas atuais. Neste arranjo removeram-se restrições que prejudicavam a produtividade da empresa e aumentavam seus custos, como dificuldade do fluxo dos materiais, aglomeração de objetos localizados fora do setor responsável e localização inadequada dos setores.

Concluiu-se que os problemas da empresa metalúrgica podem ser minimizados através da implantação do *layout* proposto. Espera-se que a proposta seja aceita pelo proprietário e implementada pela empresa.

A aplicação da metodologia SLP, no desenvolvimento de um novo *layout* para a metalúrgica, gerou um conhecimento adicional acerca do processo de produção para todos os envolvidos e possibilitou a identificação de oportunidades de melhorar o arranjo físico da empresa.

Referências

BARBOSA, E.; OSÓRIO, M.; TAVARES, R.; AGUIAR, L. Planejamento do Layout de canteiros de obras: Aplicação do SLP (Systematic Layout Planning). **Anais do XVIII ENEGEP**, 1998.

BRITTO G. L.; MELO, I. F. G.; ARCIERI, M. A.; BARRETO, F. R. Aplicação da metodologia SLP na melhoria do layout de uma linha de produção de chuveiros. **Anais do XXXV ENEGEP**, Fortaleza, 2015.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: Uma abordagem estratégica**. São Paulo: Editora Atlas, 2012. 680 p.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento sistemático e simplificado de layout**. São Paulo: IMAM, 2000.

NEUMANN, C. S. R.; MILANI, J. Proposição de melhoria do layout utilizando o SLP simplificado. **Anais do XXIX ENEGEP**, Salvador, 2009.

NOGUEIRA, N. F. Análise do sistema produtivo de uma empresa metalúrgica de pequeno porte. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v.1, n.1, 231-260, out. 2009.

ROSA, G. P.; CRACO, T.; REIS, Z. C.; NODARI, C. H. A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. **Revista Gestão da Produção, Operação e Sistemas, GEPROS**. Bauru, v. 9, n. 2, p. 130-154, 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.

SILVA, A. L. Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. **Gestão e Produção**. v.19, n .3, p.531-541, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

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

TURATI, S. A.; FILHO, E. M. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalmeccânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 2, abr, p. 39-51, 2016.