

Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP

Rearrangement of the layout of the welding equipment of a company in the metal mechanical sector using the Systematic Layout Planning method (SLP)

Silvio Aleksandro Turati¹ – Centro Educacional de Araras Dr. Edmundo Ulson – UNAR

Elio Moroni Filho² – Centro Educacional de Araras Dr. Edmundo Ulson – UNAR

RESUMO O arranjo físico correto é relevante para a eficiência operacional da empresa. Este trabalho propõe a reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa metalomecânica localizada na cidade de Araras/SP, tendo por objetivo a melhoria do fluxo de produção. Utilizou-se o método do Planejamento Sistemático de Layout (SLP), sendo que a pesquisa de campo foi dividida nas etapas: obtenção de informações detalhadas sobre o processo e o produto; reuniões com as partes interessadas; determinação do inter-relacionamento das atividades; análise das necessidades de espaço; desenvolvimento do novo arranjo físico. O novo arranjo físico alocou espaço para aquisição de novas máquinas; redistribuiu o maquinário existente por centros de especialidade; transferiu o descarregamento de matéria-prima para dentro do barracão, maximizando o uso das pontes rolantes e mantendo o estoque próximo ao almoxarifado; reduziu o fluxo de empilhadeiras; foram demarcados novos corredores de movimentação; e as áreas de pintura foram isoladas. Concluiu-se que o método SLP mostrou-se eficiente na criação de um arranjo físico.

Palavras-chave Arranjo físico. Layout. Caldeiraria. Planejamento Sistemático de Layout. SLP.

ABSTRACT *The correct physical layout is relevant to the operational efficiency of the company. This study proposes rearranging the layout of the welding equipment of a company in the metal mechanical sector, which is located in Araras/SP, aiming to improve the production workflow. The Systematic Layout Planning method (SLP) was used, with the field research divided into steps: obtaining detailed information about the process and the product; meetings with stakeholders; determining inter-related activities; analyzing space requirements; developing a new layout. The new layout has space allocated for the purchasing of new machinery, the existing machinery has been redistributed by specialty, and the unloading of raw materials has been transferred to the shed, maximizing the use of overhead cranes and keeping the stock close to the warehouse. In addition, forklift traffic flow has decreased; new movement corridors were demarcated; and painting areas were isolated. In conclusion, the SLP method proved efficient in creating a layout.*

Keywords *Physical arrangement. Layout. Welding. Systematic Layout Planning. SPL.*

1. Avenida Oswaldo Menegasso, n. 399, Bairro Santa Eliza, Araras, São Paulo. CEP 13.605-274, silvioturati@gmail.com

2. moronifilho@hotmail.com.br

TURATI, S. A.; FILHO, E. M. Reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa do setor metalomecânico por meio do método de Planejamento Sistemático de Layout – SLP. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, n° 2, abr-jun/2016, p. 39-51.

DOI: 10.15675/gepros.v11i2.1391

1. INTRODUÇÃO

Pela importância exercida dentro da organização, a produção é o setor que demanda maior atenção da administração. Administrar a produção é planejar, organizar e controlar o processo produtivo, trabalhando em prol da produtividade melhorando a eficiência do sistema produtivo quando considera-se a relação entre as entradas e saídas do processo. O arranjo físico correto é relevante para a eficiência operacional da empresa, ao proporcionar a combinação ótima dos elementos envolvidos na produção de bens e serviços. Portanto, ao se trabalhar o arranjo físico, trabalha-se em prol da máxima produtividade. O modelo de procedimentos do Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP) proposta por Muther em 1973 pode ser aplicado tanto na elaboração do arranjo físico geral quanto na elaboração do arranjo físico detalhado. Por sua abrangência, o modelo de procedimentos representa um roteiro completo de aplicação do SLP no projeto e na análise de *layouts* (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012). Isso faz com que o SLP represente uma metodologia de aplicabilidade nos modernos sistemas de produção. Este trabalho propõe a reorganização do arranjo físico da caldeiraria de uma empresa metalomecânica localizada na cidade de Araras (SP), objetivando a melhoria do fluxo de produção e consequente aumento da produtividade e da segurança dos trabalhadores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As funções operacionais do sistema produtivo são resumidas em três funções básicas: finanças, produção e marketing, e o sucesso do sistema produtivo depende de como essas três funções relacionam-se (TUBINO, 2000).

Pode-se dizer que a função produção é a central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão da existência de uma empresa (SLACK, 2009).

O mesmo autor, Slack (2009), ainda define que a função produção, envolve um conjunto de recursos (entradas ou *input*) usado para transformar algo ou para ser transformado em bens ou serviços (saídas ou *outputs*).

Tubino (2000), classifica os sistemas de produção pelo grau de padronização dos produtos (padronizados ou sob medida); pelo tipo de operação que sofrem os produtos (contínuos, repetitivos em massa, repetitivos em lote, por projeto) e pela natureza do produto (bens ou serviços).

A classificação dos sistemas produtivos tem por finalidade facilitar o entendimento das características inerentes a cada sistema de produção e sua relação com a complexidade das atividades de planejamento e controle desses sistemas (TUBINO, 2000).

É fundamental o entendimento do papel estratégico e dos objetivos da produção e a observação de sua importância para o objetivo geral da organização relativo a desempenho, qualidade, prazos e custos. Para tanto, deve-se observar, a capacidade produtiva, os planos e objetivos da produção bem como as oportunidades de melhoria contínua (NOGUEIRA; DINIZ OLIVEIRA, 2009).

Ainda citando Nogueira e Diniz Oliveira (2009), a produtividade é um fator fundamental na produção, é influenciada por inúmeras variáveis de todo o processo e possibilita avaliar o resultado das ações e estratégias implementadas na produção.

Ao se trabalhar em prol da produtividade consideram-se e constituem-se consequentes as melhorias na satisfação dos clientes, a redução de desperdícios de estoques de matéria-prima, estoques em processos e de produtos acabados e há melhora na eficiência do sistema produtivo quando considerada em relação às entradas e saídas de todo o processo (MARTINS, 2005 apud NOGUEIRA; DINIZ OLIVEIRA, 2009).

Pode-se afirmar que planejar o arranjo físico ou *layout* de um sistema produtivo é trabalhar em prol da produtividade, pois, segundo Slack (2009), os objetivos gerais, ao planejar o *layout* ou arranjo físico, estão relacionados a: segurança inerente; extensão do fluxo; clareza de fluxo; conforto para os empregados; coordenação gerencial; acessibilidade; uso do espaço; e flexibilidade a longo prazo.

Ainda segundo Slack (2009), o arranjo físico de uma operação produtiva diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores. Isso significa decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos, pessoal de operação e determinar a maneira segundo a qual os recursos transformadores fluem pela operação.

O mesmo autor também define cinco tipos básicos de arranjo físico, que servem de base para a maioria dos arranjos físicos, sendo eles: arranjo físico posicional, neste caso são os insumos que se deslocam em torno do produto; arranjo físico funcional ou por processo, normalmente utilizado em produtos personalizados e em lotes pequenos; arranjo físico celular, no qual os recursos passam por células de produção que atendem suas necessidades de forma imediata e particular; arranjo físico por produto, também conhecido como arranjo físico em linha ideal para acomodar poucos projetos de produtos, grandes quantidades e pouca variedade; arranjos físicos mistos, que é a combinação de dois ou mais tipos de arranjos. No caso do presente estudo, dependendo do produto a ser fabricado, o arranjo físico pode ser posicional ou funcional.

2.1. Metodologia SLP

De acordo com Muther (1973), o modelo de procedimentos do SLP pode ser aplicado tanto na elaboração do arranjo físico geral quanto na elaboração do arranjo físico detalhado (fases II e III da estrutura do SLP). Por sua abrangência, o modelo de procedimentos representa um roteiro completo de aplicação do SLP no projeto e na análise de *layouts* (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012).

Isso faz com que o Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning* - SLP) represente uma metodologia que tem uma grande aplicabilidade no projeto e no reprojeito de *layout*, especialmente em *layouts* funcionais. Embora tenha sido proposto há bastante tempo por Muther (1973), o sistema SLP ainda apresenta uma grande aplicabilidade nos modernos sistemas de produção e serve de referência para projetos de instalações produtivas e também para pesquisas na área (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012).

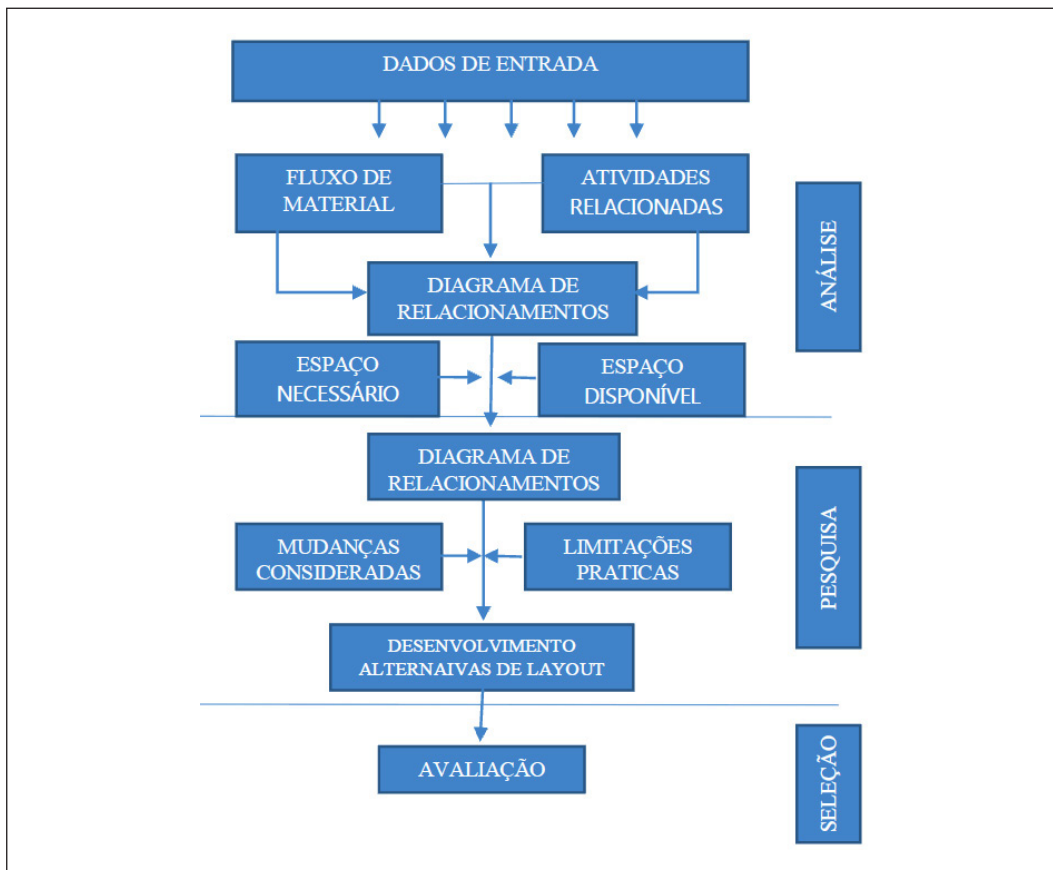
O SLP é composto por uma estrutura de fases, um modelo de procedimentos e uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012). São elas:

- Fase I – Localização. Nesta fase deve-se determinar a área geográfica a ser utilizada para o planejamento das instalações do novo *layout*;
- Fase II – Arranjo físico geral. Representa a organização geral entre as diversas áreas. Nesta fase são definidos os fluxos e as inter-relações entre as áreas, resultando no que se chama de arranjo de blocos;
- Fase III – Arranjo físico detalhado. No planejamento detalhado é estabelecida a localização relativa das máquinas e equipamentos, assim como toda a infraestrutura física necessária para a produção do produto; e
- Fase IV – Implantação.

Todas as fases são inter-relacionadas, são compatíveis e equivalentes aos níveis de análise adotados em procedimentos do SLP. Estes procedimentos pressupõem que o projeto de um arranjo físico deve estar apoiado em três conceitos fundamentais: inter-relações, espaço e ajuste (MUTHER; WHEELER, 2000).

Com base nestes três conceitos, constitui-se o módulo de procedimentos do SLP conforme a Figura 1.

Figura 1 – Módulo de Procedimentos SLP.



Fonte: Tompkins et al., 1996.

No estudo de caso a ser apresentado a seguir, aplica-se as Fases II e III da metodologia SLP. A Fase I não foi abordada, pois será estudada uma readequação de *layout* e a Fase IV que trata da implantação também não foi abordada, pois o objetivo é apresentar uma proposição de novo *layout*.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Objeto de estudo

A unidade-caso está localizada na cidade de Araras, Estado de São Paulo. A empresa atua no setor metalomecânico, possuindo três plantas nessa cidade: máquinas e equipamentos; instalações industriais; e, caldeiraria média. O estudo foi desenvolvido na planta de caldeiraria, que produz tanques e plataformas em aço carbono e aço inoxidável para os mais diversos tipos de operações e clientes.

Situada numa área de 10.000 m², a planta da caldeiraria conta com um galpão de 3.000 m² com três pontes rolantes, jatos de granalha de aço carbono e aço inox, cabine de pintura e capacidade produtiva de 200 toneladas/mês. Fabrica produtos por encomenda, projetados especificamente para as necessidades dos clientes.

O autor do presente trabalho integrava o quadro de empregados da fábrica, exercendo a função de Coordenador Administrativo e tendo como uma de suas atividades a coordenação do PPCP da caldeiraria.

3.2. Procedimentos de coleta de dados

A pesquisa de campo, feita através de entrevistas, observação direta e análise documental, foi dividida nas seguintes etapas:

- Reuniões com as partes interessadas para definição dos objetivos e premissas da proposta de reestruturação do *layout* da caldeiraria;
- Obtenção de informações detalhadas sobre o produto através de observação e análise documental;
- Observação do roteiro e fluxo de materiais;
- Medição dos tempos de operação;
- Análise dos serviços de suporte necessários às operações;
- Determinação de proximidade das atividades;
- Análise das inter-relações das atividades e setores da caldeiraria; e
- Análise das necessidades de espaço para cada setor da fábrica e elaboração do diagrama de inter-relações de espaço, mostrando-se espaços ociosos. Nesta fase foram realizadas medições das áreas disponíveis, das máquinas e das áreas necessárias para execução das atividades, visando obtenção de informações precisas sobre espaços disponíveis necessários.

3.3. Procedimentos de análise de dados

Através da análise documental pode-se classificar o arranjo físico da caldeiraria como misto, combinando elementos do arranjo físico posicional (produtos muito grandes, por exemplo, um tanque, em que os recursos transformadores “movem-se” ao redor do produto) e do arranjo físico funcional (por exemplo, fabricação de uma plataforma de aço, em que os insumos seguem uma sequência de processos). A análise de dados também identificou diversas oportunidades de melhorias no sistema de produção, tais como:

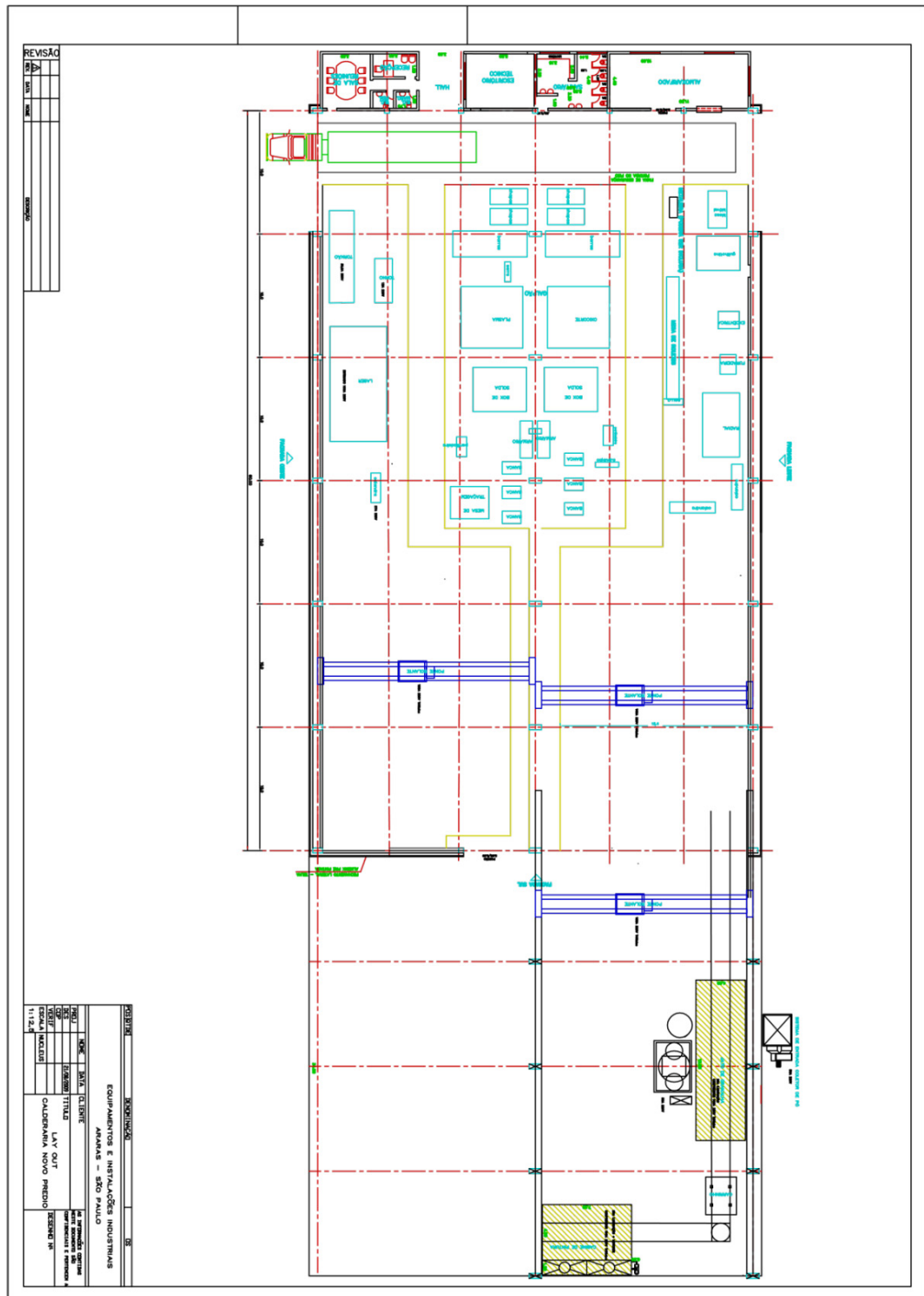
- Melhorar distribuição das células de produção;
- Organizar as células de produção por centros de especialidades como corte, dobra, furação, usinagem, montagem e solda;
- Maximizar a utilização da ponte rolante;
- Reduzir a utilização de empilhadeiras;
- Demarcar novos corredores maiores;
- Segregar as atividades críticas.

4. RESULTADOS

No arranjo físico atual, o maquinário estava concentrado na entrada do prédio, próximo às áreas administrativas e técnicas, ocupando aproximadamente apenas 1/3 (um terço) do espaço disponível. Os corredores – pelos quais circulam empilhadeiras e peças de até sete metros de comprimento – possuem largura irregular e são estreitos, com larguras que variam de um à três metros, além de possuírem curvas. A aglomeração do maquinário provoca os seguintes problemas:

- Dificuldade de supervisão das atividades;
- Desorganização do ambiente de trabalho;
- Exposição dos trabalhadores a riscos relacionados às atividades próximas;
- Dificuldade de movimentação de cargas, veículos e pessoas, obrigando alguns processos a interromperem suas atividades para que o produto possa ser movimentado de um processo para outro. O arranjo físico atual está representado na Figura 2.

Figura 2 – Arranjo físico atual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

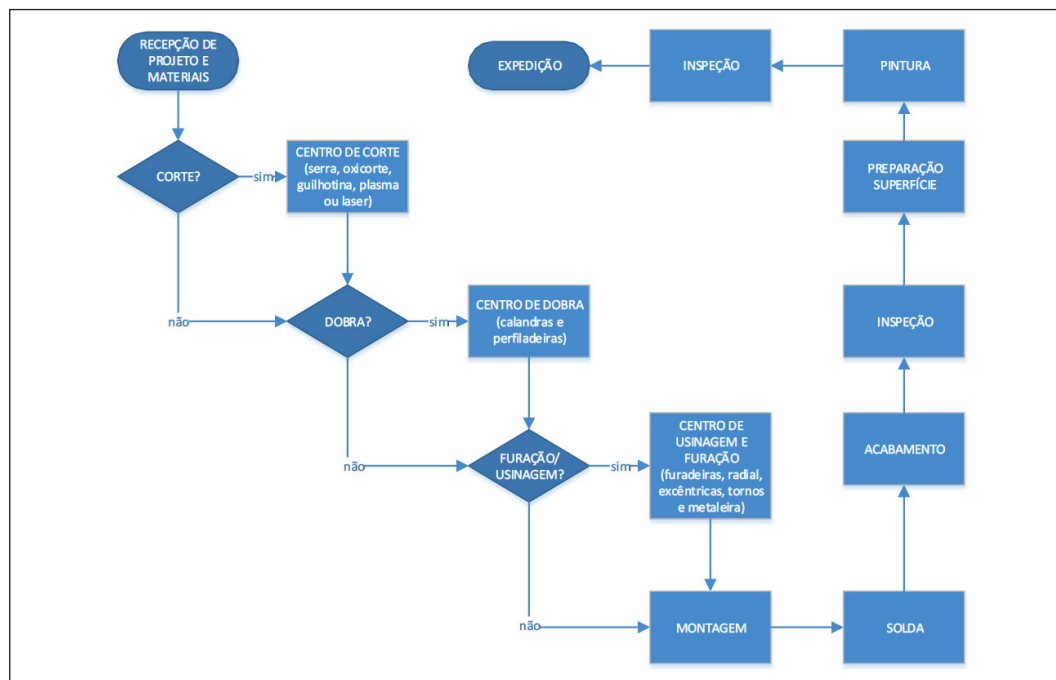
A proposta de reestruturação do arranjo físico foi discutida e formalizada durante as reuniões com representantes dos setores engenharia, administração, segurança do trabalho, encarregados e líderes da produção envolvidos na resolução dos problemas. Foi decidido, pela Diretoria da empresa, que a proposta de reestruturação deva obedecer aos seguintes objetivo e premissas:

- Objetivo: Reorganizar o *layout* a fim de melhorar o fluxo da produção, buscando aumento de produtividade, melhoria da organização do ambiente de trabalho e aumento da segurança dos trabalhadores.
- Premissa 1: Não deve ocorrer reformas ou ampliação do prédio;
- Premissa 2: Atividades de recepção e estoque de chapas e perfis devem ser colocadas dentro do prédio, para utilização da ponte rolante para descarregamento, aumentando a segurança da operação e buscando diminuir o fluxo das empilhadeiras;
- Premissa 3: Relocação obrigatória das máquinas de corte a laser, corte a plasma, perfiladeiras e tornos, da planta de equipamentos para a planta de caldeiraria.

Nas reuniões também foi reforçada a definição do produto: a caldeiraria da empresa desenvolve projetos por encomenda com início, meio e fim definidos. Esses projetos são únicos e com particularidades exclusivas do cliente, portanto, o processo produtivo fica classificado como bens produzidos sob medida através de projetos. A definição do produto permitiu compreender os arranjos físicos adotados para o processo.

Essas informações foram utilizadas na elaboração do fluxograma (Figura 3) que permitiu a visualização do fluxo de materiais proposto.

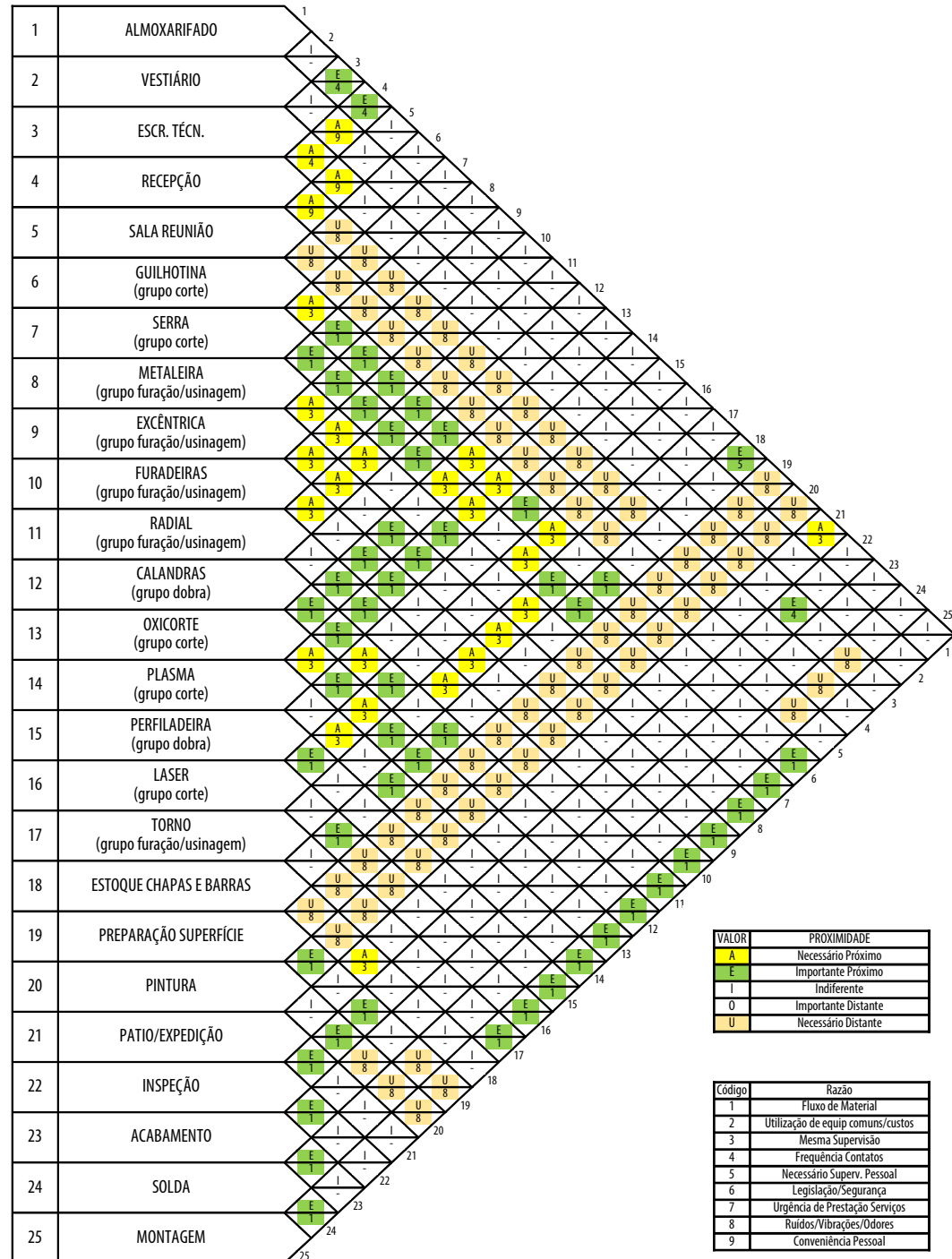
Figura 3 – Fluxograma do processo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Seguindo a metodologia do SLP, foi elaborado o Diagrama de Relações (Figura 4), sintetizando informações sobre a proximidade necessária entre os setores da fábrica, entre as máquinas e entre as atividades, a partir do objetivo e das premissas definidas pela empresa.

Figura 4 – Diagrama de Relações.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Tendo por finalidade integrar as informações do fluxograma com as informações sobre a proximidade relativa entre as áreas da caldeiraria, foi elaborado o Diagrama de Relações das Atividades (Figura 5).

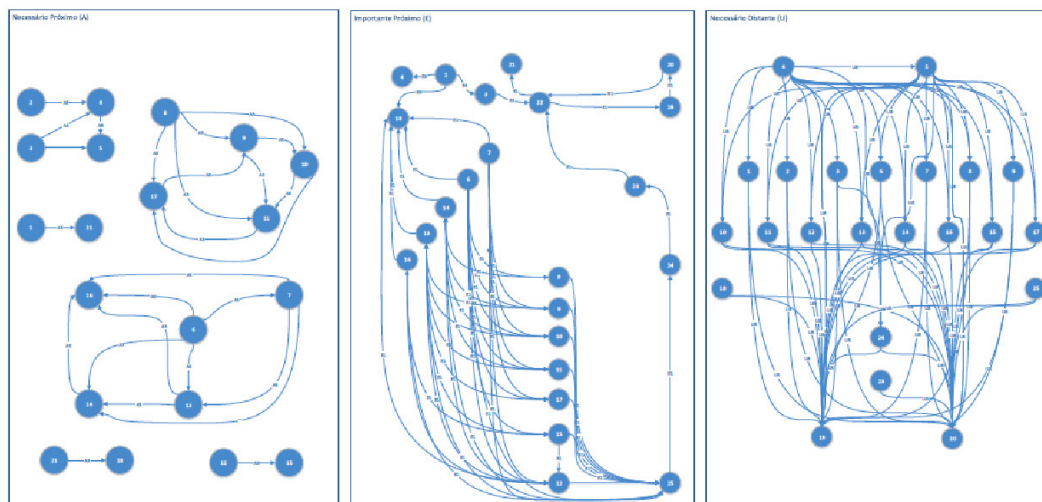
Para facilitar a leitura, separou-se o diagrama em três diagramas menores:

- I. Diagrama para Necessário Próximo (A), visto em amarelo na carta de interligação;
- II. Diagrama para Importante Próximo (E), visto em verde na carta de interligação;
- III. Diagrama para Necessário Distante (U), visto em laranja na carta de interligação.

Fazendo uma análise dos diagramas, nota-se que eles indicam que as especialidades deveriam ficar juntas formando os centros de especialidades (corte, dobra, usinagem). Também deveria existir um fluxo de materiais, sendo estes distribuídos pelos centros de especialidades, assim como os maiores riscos (preparação de superfície e pintura) deveriam ficar distantes dos centros de especialidades e escritórios.

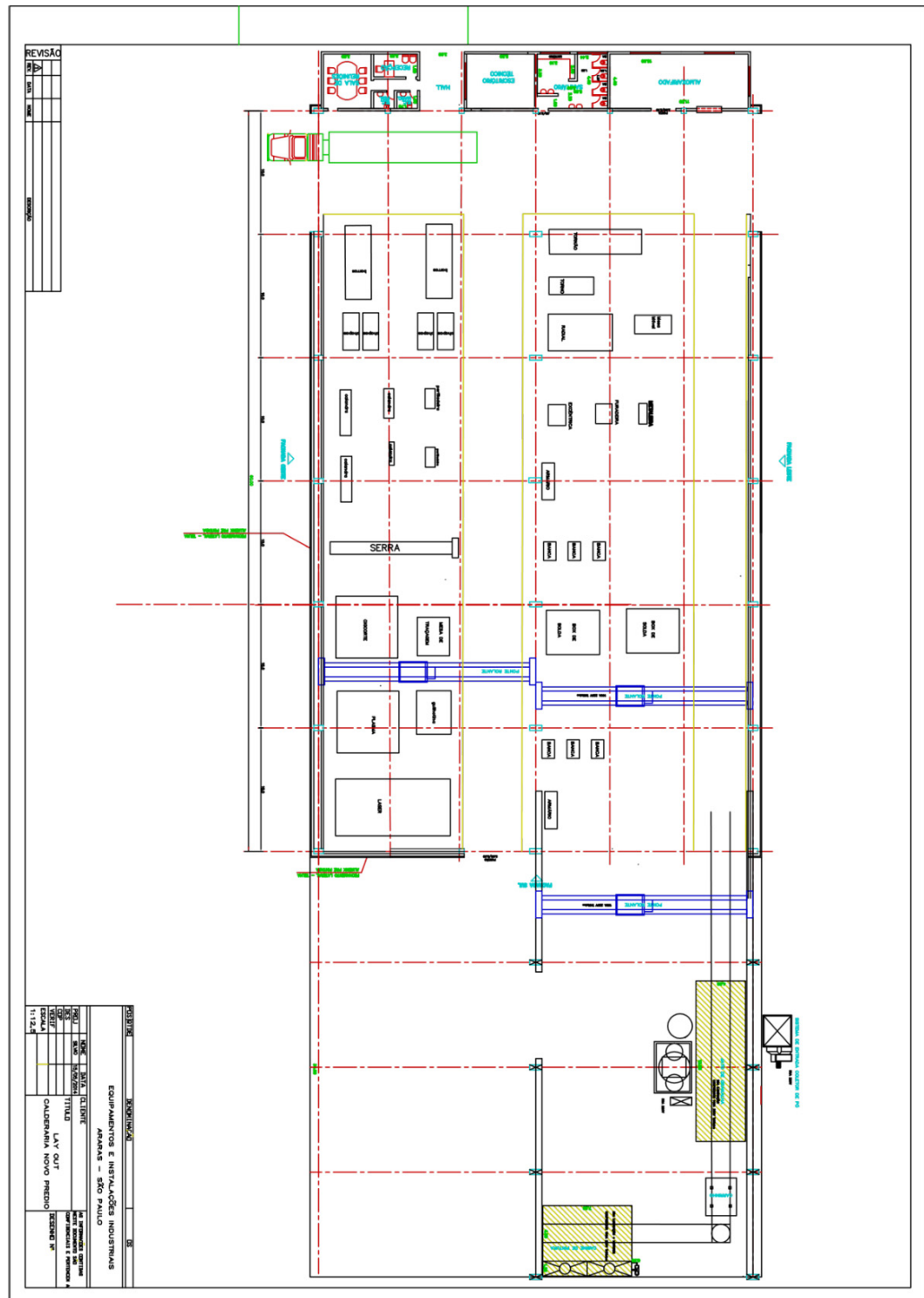
O próximo passo do módulo de procedimento do SLP está relacionado à quantidade e necessidade de espaço. Para este passo, ao invés de montar uma folha das áreas e características das atividades, preferiu-se já desenvolver o desenho base (Figura 5) definindo não só o tamanho das máquinas, mas também o tamanho das áreas necessárias. Portanto este elemento do módulo do SLP foi incorporado na primeira etapa quando produziu-se o desenho base. Seguiu-se então para o desenho do novo *layout*, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 5 – Diagrama de Relações das Atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Figura 6 – Layout proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

5. DISCUSSÕES

Analisando o *layout* proposto, pode-se notar que a premissa de descarregar e estocar chapas e perfis dentro do barracão por meio de ponte rolante foi atendida e manteve-se esse estoque perto do almoxarifado para facilitar o controle. Também foi alocado espaço para as novas máquinas, e conseguiu-se distribuir os maquinários por centros de especialidades. Isso tudo possibilitou a criação de líderes e treinamentos de funcionários por centro e não mais por máquina, criando os operadores de centros.

Na segurança do trabalho, melhorou-se os espaços entre as máquinas, o que permite otimizar a organização e, consequentemente, colaborar com a segurança. Também demarcou-se corredores de movimentação de cargas mais largos e retos, facilitando a operação. As áreas críticas como jato e pintura ficaram distantes do restante da produção e dos escritórios. Como o estoque ficou na área de atuação da ponte rolante, diminuiu-se o fluxo de empilhadeiras o que também contribuiu para a segurança, diminuiu a emissão de gases dentro da área de produção e reduziu custos.

Para avaliar todas essas alterações propostas foi fabricada uma maquete na escala de 1:12,5m para o prédio e todos os elementos que formam a planta de operação. Muther (2000), afirma que somente fazendo uma avaliação tão objetiva e imparcial quanto possível, pode-se apresentar a melhor decisão. A maquete demonstrou ser uma ferramenta que atende muito bem a afirmação acima permitindo uma avaliação de projetos de arranjo físico com muita precisão. Sabe-se que, na prática, implantar projetos desse tipo pode ser oneroso e arriscado pois envolvem muitas variáveis como: parada de produção, custos com as mudanças propostas no projeto, custo com treinamento dos funcionários para o novo *layout*, entre outros.

6. CONCLUSÃO

A dinâmica da produção moderna exige das empresas um aperfeiçoamento constante em todos os níveis operacionais e principalmente na administração da produção. Nesse nível, o *layout* do arranjo físico tem papel de destaque pela sua relevância nos custos de produção e na eficiência operacional. A estruturação do *layout* deve ser objetiva e imparcial pois se trata de uma atividade complexa e de elevado custo, onde erros podem gerar interrupções e atrasos na produção, insatisfação de clientes internos e externos, ineficiência do arranjo, custos não projetados, entre outros. Porém a eficiência e produtividade da planta aumentam, quando o *layout* de processo produtivo, máquinas e departamentos é bem planejado e executado. Esta combinação de resultados melhora a competitividade da organização e consequente aumento de sua vida útil. Neste contexto a utilização do SLP como metodologia para definição de *layout* apareceu como uma ótima solução abrangendo os mais diversos tipos de operação na empresa estudada. Sua combinação com a construção de maquetes para testes aumentou a assertividade do projeto e minimizou os riscos, gerando resultados favoráveis para o projeto.

REFERÊNCIAS

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.

NOGUEIRA, N. F.; DINIZ OLIVEIRA, A. P. V. Análise do sistema produtivo de uma empresa metalúrgica de pequeno porte. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 1, n. 1, p. 231-260, 2009. Disponível em: <<http://www.fapam.edu.br/revista/volume1/l%20natalia%20231-260.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2014.

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. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/view/801>>. Acessado em: 26 jun. 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Tradução Henrique Luiz Corrêa. São Paulo: Atlas, 2009.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y. A.; FRAZELLE, E. H. **Facilities planning**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemáticos de layout com apoio de análise de decisão multicritério. **Revista Produção**, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v18n3/a15v18n3>>. Acesso: 25 jun. 2014.

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

