

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ISADORA CAROLINA ANTONIOLLI

**OTIMIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO NO PROCESSO PRODUTIVO
DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA NO OESTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

MEDIANEIRA

2016

ISADORA CAROLINA ANTONIOLLI

**OTIMIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO NO PROCESSO PRODUTIVO
DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA NO OESTE DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Neron Alípio Cortes Berghauser
Coorientadora: Prof^a. Me. Luani Back

MEDIANEIRA

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
Diretoria de Graduação
Coordenação de Engenharia de Produção
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

OTIMIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA NO OESTE DO PARANÁ

Por

ISADORA CAROLINA ANTONIOLLI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado **às 10 horas e 20 minutos do dia 15 de junho de 2016**, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação **aprovado**.

Prof. Me. Neron A. C. Berghauser
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Prof^a. Me. Nicolle Christine S. Ramos
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Prof^a. Me. Luani Back
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

Prof Me. Edson H. Pereira Junior
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

*Aos meus pais Edson e Cleo e minha irmã
Náthalli, que foram compreensivos, essenciais
e estiveram ao meu lado em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu forças e me acompanhou nessa longa e exaustiva jornada.

Aos meus pais, que foram amorosos, essenciais, extremamente compreensivos, estavam dispostos a me ouvir em todas as horas de socorro, me deram os melhores conselhos para seguir em frente e sempre estiveram comigo.

A minha irmã, que, mesmo longe, sempre ficou por perto nessa fase, tirando milhares de dúvidas gramaticais, me acompanhando e me mandando energia positiva.

Ao meu Orientador e Coorientadora, que responderam a cansáveis e-mails, e estiveram sempre dispostos a me ajudar e tirar todas as dúvidas em qualquer situação. Eles que me acompanharam nessa jornada e me forneceram conhecimento, sugestões e conselhos para realizar um trabalho à altura do esperado.

Aos meu amigo/companheiro/namorado, que aturou todas as minhas crises de estresse, desabafo, e mesmo assim soube administrar a situação, me mantendo firme e no caminho certo.

As minhas amigas maravilhosas e colegas em geral, que de certa forma contribuíram para o desenvolvimento da minha pesquisa e compreenderam meus momentos de ausência.

A toda a minha família, que me deu apoio, suporte e aguentou a saudade nesse longo ano.

A professora de TCC, que de alguma maneira conseguiu se dividir diante de uma sala imensa para contribuir com grandes parcelas no desenrolar do trabalho.

A todos os professores do curso, que contribuíram de algum modo para minha evolução, ensino, conhecimento e formação.

A empresa parceira, que me forneceu espaço para trabalhar, desenvolver minha pesquisa e realizar o levantamento dos dados necessário.

“Seja forte e corajoso! Não se apavore nem se desanime, pois o Senhor estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9.

RESUMO

ANTONIOLLI, Isadora Carolina. **Otimização do Arranjo Físico no Processo Produtivo de uma Indústria Moveleira no Oeste do Paraná.** 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O setor moveleiro no Brasil tem se destacado diante das demais cadeias produtivas nos últimos anos e apresentado um elevado crescimento com substancial aumento da produtividade. Com as exigências do mercado, cresce a preocupação dos empresários do ramo industrial em fabricar produtos inovadores e de qualidade para atender de forma adequada as necessidades dos clientes. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o arranjo físico de uma indústria moveleira no Oeste do Paraná e demonstrar, por meio da ferramenta Planejamento Sistemático de *Layout* (SLP), uma proposta para diagnosticar as oportunidades de otimização, reestruturação e melhor disposição da área disponível. A partir da coleta de informações e análises feitas durante o estudo, nota-se que nenhuma avaliação prévia foi realizada para elaborar o sistema inicialmente, ou seja, a fábrica necessita de alterações reais na condição física do ambiente para reduzir as falhas presentes no sistema, minimizar o fluxo e facilitar a movimentação dos funcionários, equipamentos e produtos. Com a estruturação do cenário, a ferramenta de aplicação adequada às características e com base na proposta sugerida pelo proprietário após a reforma, foram criadas duas novas opções pertinentes para solucionar a disposição do arranjo físico do processo. Um local de trabalho organizado, com simples adequações e sem qualquer obstrução pode otimizar o processo, facilitar a rotina dos colaboradores e ainda auxiliar na elevação da produtividade e da eficiência da fábrica. Em tese, os problemas podem ser minimizados com as sugestões desenvolvidas, porém a expectativa é de que a escolha de uma das opções de distribuição do ambiente propicie resultados positivos quando aceita pelo proprietário e implementada efetivamente pela empresa parceira.

Palavras-chave: SLP, melhoria do processo, móveis sob medida, engenharia de produção.

ABSTRACT

ANTONIOLLI, Isadora Carolina. ***Layout Optimization in Productive Process in a Furniture Industry in the West of Paraná.*** 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The furniture sector in Brazil has stood out in front of other supply chains in recent years and shows through high growth with a substantial increase in productivity. With the demands of the market, growing concern of entrepreneurs in the industrial sector in manufacture innovative and quality products to meet adequately the needs of customers. In this context, this research and development work aims to evaluate the layout of the furniture industry in the west of Paraná and demonstrate through of the tool Systematic Layout Planning (SLP), a proposal to diagnose optimization opportunities, restructuring and disposition of the available area. From the collection of information and analysis made during the study, it is noted that no previous assessment was conducted to prepare the system initially, that is, the plant requires real changes in environmental physical condition to reduce failures in the system, minimize the flow and facilitate the movement of staff, equipment and products. With the structure of the scenario, the appropriate application tool to the characteristics and based on the proposal suggested by the owner after the renovation, were created two new relevant options to solve the layout disposal of the process. An organized workplace, with simple adjustments and without any obstruction, can optimize the process, facilitate the routine of the employees and also helps to increase productivity and plant efficiency. In theory problems can be minimized with the suggestions developed, but the expectation is that the choice of one of the environmental distribution options brings positive results when accepted by the owner and implemented effectively by the partner company.

Key-words: SLP, process improvement, furniture tailored, production engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Layout</i> por posição fixa	22
Figura 2 – <i>Layout</i> funcional.....	23
Figura 3 – Tipos de fluxos para organização do <i>layout</i> linear.....	24
Figura 4 – <i>Layout</i> celular	25
Figura 5 – <i>Layout</i> misto	26
Figura 6 – Relação entre volume-variedade X tipo de processo produtivo.....	29
Figura 7 – A essência do processo de fabricação.....	33
Figura 8 – Sistema de procedimento SLP.....	36
Figura 9 – Exemplo de carta de para	37
Figura 10 – Exemplo de diagrama de inter-relações.....	38
Figura 11 – Passos 3, 4 e 5 do SLP.....	39
Figura 12 – Pesquisa industrial mensal da produção física de móveis do Brasil.....	43
Figura 13 – Pesquisa industrial mensal da produção física de móveis do Paraná	44
Figura 14 – Etapas da metodologia	48
Figura 15 – Processo produtivo da empresa.....	51
Figura 16 – Projetos de cozinhas fabricadas pela empresa	54
Figura 17 – Projetos de quartos e armários	55
Figura 18 – Projetos de portas e aberturas externas.....	55
Figura 19 – Projetos de estantes, salas e escritórios	56
Figura 20 – Planta antiga do arranjo físico da empresa	62
Figura 21 – Sugestão da empresa para o arranjo físico pós-reforma.....	63
Figura 22 – Fluxo de produção da antiga planta da empresa.....	66
Figura 23 – Fluxo de produção da nova planta sugerida pela empresa pós-reforma	67
Figura 24 – Diagrama de inter-relações.....	70
Figura 25 – Representação das linhas de ligação entre as áreas	72
Figura 26 – Diagrama de arranjo das atividades.....	73
Figura 27 – Diagrama de relação de espaço	74
Figura 28 – Primeira proposta para o arranjo físico	78
Figura 29 – Segunda proposta de melhoria para o <i>layout</i>	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição dos novos tipos de arranjos físicos	27
Quadro 2 – Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico	28
Quadro 3 – Descrição dos tipos de processo	28
Quadro 4 – Tipos de serviços	30
Quadro 5 – Fases de planejamento do SLP	35
Quadro 6 – Representação escala AEIOUX	38
Quadro 7 – Simbologia carta de processo	39
Quadro 8 – Carta de processos múltiplos de uma cozinha simples	58
Quadro 9 – Resumo dos dados de entrada	61
Quadro 10 – Carta de/para	69
Quadro 11 – Legenda para construção do diagrama de arranjo das atividades	72
Quadro 12 – Avaliação comparativa entre os modelos	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delimitação do tempo necessário para produzir uma cozinha simples.....	57
Tabela 2 – Lista de equipamentos e setores do processo produtivo	59

LISTA DE SIGLAS

ABIMÓVEL – Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial

MDF – Placa de Fibra de Média Densidade (*Medium Density Fiberboard*)

MOVERGS – Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul

NR – Norma Regulamentadora

SEBRAE – Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SLP – Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.2 OBJETIVO GERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 LAYOUT OU ARRANJO FÍSICO	20
2.2 MODELOS CLÁSSICOS DE ARRANJO FÍSICO	21
2.2.1 Arranjo Físico Posicional (Fixo).....	21
2.2.2 Arranjo Físico por Processo (Funcional)	22
2.2.3 Arranjo Físico por Produto (Linear)	23
2.2.4 Arranjo Físico Celular (Família de Produtos).....	24
2.2.5 Arranjo Físico Misto (Combinado)	25
2.3 MODELOS MODERNOS DE ARRANJO FÍSICO.....	26
2.4 A RELAÇÃO ENTRE PROCESSO PRODUTIVO E TIPO DE ARRANJO FÍSICO	27
2.5 A BUSCA POR UM LAYOUT OTIMIZADO	30
2.6 FLUXO DO PROCESSO E FLUXO DE MATERIAL.....	32
2.7 A METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LAYOUT.....	35
2.8 A CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA MOVELEIRA	40
2.8.1 A Contextualização do Setor de Móveis Sob Medida	44
3 MATERIAIS E MÉTODOS	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	50
4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	51
4.3 DADOS DE ENTRADA	54
4.4 REPRESENTAÇÃO DO ANTIGO LAYOUT DA EMPRESA.....	61
4.5 PROPOSTA DA EMPRESA PARA O NOVO ARRANJO FÍSICO PÓS-REFORMA	63
4.6 CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E DO NOVO LAYOUT.....	64
4.7 FLUXO DO PROCESSO DO ANTIGO LAYOUT DA EMPRESA	65
4.8 FLUXO DO PROCESSO PÓS-REFORMA SUGERIDO PELA EMPRESA	67
4.9 APLICAÇÃO DAS ETAPAS DA FERRAMENTA SLP	68
4.9.1 Carta De Para	68
4.9.2 Diagrama de Inter-Relações	70
4.9.3 Diagrama de Arranjo das Atividades	71

4.10 ANÁLISE DAS NECESSIDADES E SUGESTÕES DE MUDANÇA.....	75
4.11 LIMITADORES PRÁTICOS DO SISTEMA.....	77
4.12 DESENVOLVIMENTO DA NOVA PROPOSTA	77
4.12.1 Apresentação dos Ganhos e Comparação entre os Modelos Propostos.....	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

O cenário da indústria moveleira no Brasil tem passado por intensas modificações, dentre as quais está a adaptação de processos devido às exigências do mercado competitivo, por meio do desenvolvimento de novos produtos e melhor atendimento, conforme desejo e necessidade do consumidor (GODOY *et al.*, 2012).

Uma das estratégias, procuradas por empresários do setor da marcenaria, para tornar sua produção mais eficaz, está relacionada com a melhor disposição da estrutura física das plantas de produção, onde os esforços podem ser otimizados para deixar o processo ainda mais simples e dinâmico.

Sendo assim, pontos cruciais caracterizam as empresas de sucesso, quando o foco vai além do atendimento ao cliente. De acordo com Martins (2005), essas organizações merecem destaque por concentrar as preocupações em fornecer um ambiente adequado, com processos ergonômicos, elevada segurança e livre de riscos para os funcionários desenvolverem suas atividades. Por isso, para Slack *et al.* (2009), realizar uma análise detalhada na área de arranjo físico pode representar um elevado diferencial almejado pelos gestores.

Nesse contexto, o arranjo físico não trata somente da distribuição mais adequada dos fluxos de pessoas, máquinas e equipamentos. A real necessidade de criar um novo *layout*, modificar ou adaptar um já existente, envolve uma série de medidas e coleta de dados para aplicar ferramentas, como o SLP (Planejamento Sistemático de *Layout*). Os múltiplos benefícios podem ser consideráveis, conforme Moreira (2011), para as empresas que buscam atender prioridades estratégicas, estreitar o relacionamento com os clientes, aumentar a percepção de demanda do mercado e o rendimento das atividades.

Desta forma, o presente estudo foi elaborado em uma fábrica de móveis sob medida por meio de uma análise baseada nas particularidades da ferramenta proposta por Muther (1986), o SLP.

A aplicação desse método surgiu, de acordo com Costa (2004), devido à necessidade de otimizar a circulação dos recursos, insumos, equipamentos e pessoas no setor. Para isso, melhorias que envolvem o arranjo físico foram delimitadas e as máquinas e os materiais realocados para facilitar a distribuição no local.

Numerosos foram os fatores que motivaram a construção e aplicação dessa pesquisa, dentre os quais Gorini (1998) destaca o elevado crescimento do setor devido ao aumento da demanda, a quantidade de novas empresas e a necessidade de mão de obra, a grande preocupação com a inovação dos produtos e dos processos, os investimentos em tecnologia na busca em manter a competitividade e alcançar vantagem no mercado consumidor.

Porém, considerando o ambiente global (com a eliminação das fronteiras e o aumento da comunicação entre os povos) e o delicado momento econômico enfrentado pelo Brasil na época da pesquisa, apesar do crescimento considerável, o IEMI (2014) afirma que o setor moveleiro ainda está anos atrasado quando comparado a outros cenários, como no ramo alimentício, têxtil e automobilístico e, por isso, merece certa atenção para a realização de estudos.

Para proceder qualquer tipo de análise no assunto abordado na pesquisa, é importante considerar que, antigamente, o preço dos produtos era estabelecido pelas empresas e cabia ao consumidor fazer a escolha.

A presente situação modificou as circunstâncias e, agora, quem determina o preço de compra é o mercado, ou seja, as indústrias, para permanecerem ativas no negócio, de acordo com Slack *et al.* (2009), Rosa, Correa e Lemos (2007), precisam acompanhar as demandas futuras, mostrar diferencial e atender os clientes de acordo com as exigências atuais do ambiente em que estão inseridas.

Os objetivos para desenvolvimento nessa área se concentram em aprimorar os processos, renovar as linhas de produção, criar novos produtos, minimizar os riscos e realizar treinamentos para qualificar a mão de obra da equipe de trabalho. Esses fatores, para Corrêa e Corrêa (2012), tendem a influenciar as empresas que buscam novas oportunidades para alcançarem resultados ainda melhores.

Outro ponto relevante que contribuiu para o estudo foi o amplo progresso que os móveis planejados atingiram no mercado consumidor. Isso porque os imóveis estão cada vez menores e necessitam de planejamento adequado para adaptar os novos e pequenos espaços disponíveis. Por isso, esse tipo de produto oferece ao cliente a opção de escolher dentre as características desejadas, cores, material, acessórios, formato, quantidade, tamanho do móvel e definir o tipo de artigo que melhor se encaixa para a decoração (SEBRAE, 2008).

Considerando as particulares características encontradas no ramo, o setor moveleiro é classificado, por Gil (2010), por possuir uma variedade imensa de

ofertas de produto, o que acaba por elevar a quantidade de estoque dentro do ambiente produtivo e muitas vezes prejudicar o desenvolvimento das atividades, pois obstrui o fluxo de produção e a circulação do pessoal responsável.

A partir disso, Muther e Wheeler (2008) enfatizam que o desenvolvimento de um estudo que envolve o arranjo físico, tem por objetivo, além de melhorar a disposição do ambiente, facilitar a movimentação dos funcionários do processo. Como resultado, um ambiente organizado pode gerar tanto avanço nos processos e redução de custos e desperdícios, como alteração dos fluxos para diminuir a movimentação excessiva de pessoas, peças, materiais e equipamentos.

Dessa forma, para Moreira (2011), isso pode gerar bons resultados e tende a agregar valor ao desenvolvimento do sistema, de forma a melhorar a comunicação entre os centros de trabalho. Assim, as empresas conseguem criar melhores produtos, com alta qualidade, de forma rápida para atender a demanda dos consumidores conforme os pedidos requisitados.

Martins (2005) define que um *layout* bem estruturado e adequado à área disponível, pode acarretar investimentos iniciais na implementação das alterações, porém esses valores são rapidamente recuperados com a melhoria da eficiência e da produtividade do sistema, por meio de um projeto bem elaborado. A falta de planejamento, em dispor o processo produtivo de uma empresa pode acarretar problemas referentes à qualidade e aos prazos de entrega dos produtos previstos.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), para alcançar um ótimo desempenho das atividades no processo produtivo, é preciso realizar um bom planejamento, unido à formulação adequada de um arranjo físico ideal à área disponível. Com isso, é possível atingir excelentes resultados, que influenciarão no sucesso e destaque no mercado das organizações que buscam crescer e atingir vantagem competitiva.

1.2 OBJETIVO GERAL

Apresentar uma proposta de reestruturação de arranjo físico de uma indústria moveleira no Oeste do Paraná.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar e classificar o processo produtivo e o tipo de arranjo físico da empresa.
- b) Identificar e aplicar as ferramentas do SLP que melhor se adequem ao arranjo estudado.
- c) Diagnosticar as possíveis oportunidades de melhoria no processo produtivo.
- d) Demonstrar as vantagens a serem obtidas com a aplicação das proposições apresentadas.

1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Devido à amplitude de enfoques que envolvem o sistema SLP, descrito na revisão de literatura, não foi considerado oportuno e necessário analisá-lo de forma completa. Portanto, os conceitos mais pertinentes ao estudo que envolvem arranjo físico foram utilizados para o desenvolvimento da aplicação.

Mesmo com algumas limitações práticas, o trabalho em si concentra sua abordagem apenas no sistema de produção da empresa. Outros fatores, como concorrência, ambiente organizacional, cultura empresarial, área de escritório, gerência, sala de projetos, banheiros, entre outros, não foram considerados mesmo que relevantes para aplicação completa da ferramenta SLP.

As propostas de *layout* desenvolvidas são sugestões para melhoria do sistema da fábrica parceira. Dessa forma, fica a critério da indústria realizar a aplicação ou não.

Por se tratar de uma empresa que trabalha com móveis sob medida, não foi possível fazer uma análise de todos os tipos e modelos de produtos. Isso se deve ao fato de que cada projeto é único e envolve móveis e modelos exclusivos, que variam conforme o pedido do cliente.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo é contemplado com uma pequena apresentação do tema, a motivação para a realização do estudo, que se refere à justificativa, os objetivos gerais e específicos, como também as delimitações e estrutura de todo o trabalho.

No segundo capítulo, foram descritos por meio do referencial teórico, informações bibliográficas necessárias para a compreensão, contextualização, entendimento e desenvolvimento do trabalho. Também foram abordados temas que envolvem definição, classificação do arranjo físico e dos tipos de processo envolvidos em uma linha de produção, bem como do sistema SLP, que foi utilizado como base teórica e científica da pesquisa. Diversos foram os dados recolhidos para dar sustentação ao assunto.

No capítulo três, a pesquisa foi classificada por meio da metodologia estabelecida de tal forma a sequenciar o desenvolvimento e as etapas que o trabalho deve conter por meio da ferramenta SLP.

O quarto capítulo foi constituído pelas propostas que envolvem o novo *layout* da fábrica, seguindo as etapas descritas pela metodologia que integra a aplicação do sistema SLP.

Diante disso, foram divulgadas diversas informações da empresa parceira, como o sistema produtivo, produtos fabricados, principais características e dados de entrada, classificação do tipo de arranjo físico, as plantas baixas que acompanharam a etapa de reforma e os fluxos de materiais.

As informações referentes à pesquisa, bem como seus respectivos limitadores, necessidades de mudança e resultados foram expostas nesse capítulo. As sugestões dentre os modelos propostos foram descritas com base no desenvolvimento e comparações das características do ambiente de estudo.

Por fim, o quinto e último capítulo revela as considerações finais com relação a toda extensão de fases do trabalho elaboradas com base no SLP. Nessa etapa, foram apontadas sugestões para melhorias e aplicações futuras que podem ser desenvolvidas em conjunto com a fábrica parceira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para que todo trabalho acadêmico possa apresentar confiabilidade, é fundamental que possua um embasamento científico adequado aos conceitos usados para a sua aplicação. Nesse sentido, este capítulo descreve algumas concepções obtidas de autores reconhecidos nos espaços acadêmicos para fundamentar as práticas aqui aplicadas.

2.1 LAYOUT OU ARRANJO FÍSICO

O *layout* de fábrica ou arranjo físico é definido como a distribuição de máquinas e equipamentos em um determinado espaço, com o intuito de facilitar a movimentação e produção na área desejada. Todos os ambientes, independentemente da função, devem possuir um arranjo bem definido para o melhor desenvolvimento das atividades. O estudo de *layout* pode ser utilizado em qualquer ramo industrial, de grandes a pequenas empresas, como também em lojas, escritórios, padarias, em qualquer tipo de ambiente (MUTHER, 1986).

O arranjo físico também corresponde ao modo como os recursos e postos de trabalho encontram-se dispostos fisicamente no espaço que ocupam em um ambiente organizacional, com preocupação em adaptar melhor as pessoas à área de trabalho, conforme a atividade desempenhada, organização da matéria-prima, máquinas e equipamentos utilizados no processo para facilitar o manuseio e o acesso ao operador. (CORRÊA; CORRÊA, 2012; CURY, 2000).

Atrelado a isso, Slack *et al.* (2009) complementa que o arranjo físico é o primeiro contato de observação da aparência do local e da disposição do ambiente, que é avaliado dentro de uma organização com relação ao seu processo produtivo de operação.

Martins (2005, p.7) define *layout* como “[...] elemento determinante da fábrica do futuro”. Os modernos projetos de arranjo são baseados em espaços reduzidos, o que facilita o fluxo e não permite acúmulo de material no processo.

Ainda considerando a definição geral, Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) determinam arranjo físico como uma operação produtiva, na qual o posicionamento dos recursos deve ser considerado, para que a transformação das saídas do processo flua de forma organizada e obedeça a uma sequência contínua.

2.2 MODELOS CLÁSSICOS DE ARRANJO FÍSICO

O arranjo físico não pode ser tratado de forma simples, por isso, a importância em classificá-los. Para desenvolver qualquer tipo de alteração no *layout* de um ambiente, é preciso conhecer o tipo de arranjo atual para, então, modificá-lo.

Dessa forma, Tompkins *et al.* (2013) e Corrêa e Corrêa (2012), assim como outros autores, estabelecem que os tipos de arranjo mais encontrados são: arranjo físico posicional (fixo); por processo (funcional); por produto (linear); celular (família de produto) e misto (combinado).

2.2.1 Arranjo Físico Posicional (Fixo)

Para Martins (2005) e Vieira (1981), no arranjo posicional o produto inicial que será transformado permanece fixo, enquanto as máquinas e equipamentos movimentam-se em torno do recurso. Geralmente, esse tipo de arranjo é utilizado na execução de projetos, na fabricação de produtos de volume reduzido, com grandes dimensões ou, conforme Krajewski, Ritzman e Malhotra (2010), quando o produto é tão pesado que não possa se movimentar pelas etapas do processo de fabricação e tem que permanecer estacionário no momento da execução.

Monks (1987) completa ainda que o *layout* por posição fixa necessita que a mão de obra, os insumos e recursos, estejam completamente disponíveis no local em que a obra será executada, para obtenção final do produto, conforme representado no exemplo da Figura 1. A eficiência desse tipo de arranjo é considerada baixa por Corrêa e Corrêa (2012), visto que, na maioria das vezes parte das etapas de fabricação precisa ser terceirizada para agregar valor ao produto final.

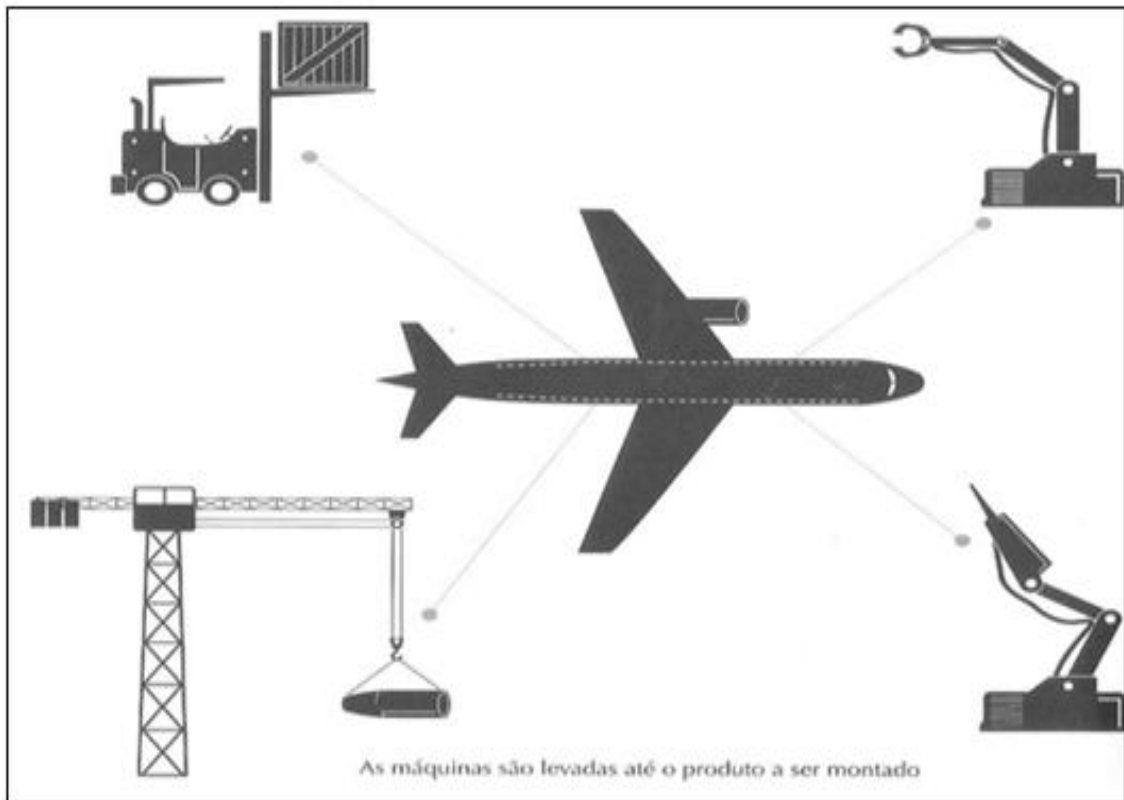


Figura 1 – Layout por posição fixa
Fonte: Martins (2005 p. 140).

É possível visualizar, na Figura 1, conforme exposto por Martins (2005), um exemplo de produção de aviões no arranjo físico posicional. Vale ressaltar que a alocação da matéria-prima deve ser convenientemente vinculada à proximidade dos recursos transformadores do processo, para facilitar a execução das atividades. Navios, estradas, edifícios e naves são outros exemplos de produtos que normalmente são construídos em arranjos posicionais ou fixos.

2.2.2 Arranjo Físico por Processo (Funcional)

Moreira (2011) descreve o arranjo físico funcional como a aproximação de máquinas e equipamentos que desempenham a mesma função ou atividade no processo, agrupadas ao mesmo local de trabalho, conforme pode ser observado em representação esquemática na Figura 2.

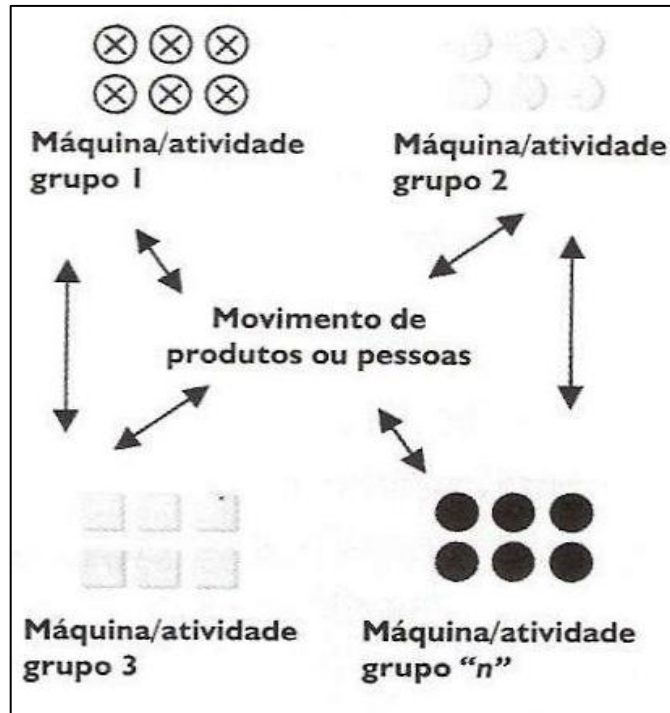


Figura 2 – *Layout* funcional
 Fonte: Adaptado de Brown (2005, p.88).

O *layout* funcional, de acordo com Corrêa e Corrêa (2012), destaca-se pela flexibilidade, o que permite produzir diferentes tipos de produtos e aproveitar as mesmas máquinas, bem como utilizar diferentes máquinas para produzir um mesmo produto. A partir disso, é possível atender as necessidades do mercado com baixo custo para construção.

2.2.3 Arranjo Físico por Produto (Linear)

O arranjo linear é definido por Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) pela sequência de atividades que percorrem um caminho previamente definido, conforme o processo. Os setores de trabalho são distribuídos em linha para produção. Agora, quem permanece fixa é a máquina e quem se movimenta é o recurso.

Os tipos mais comuns para disposição de um arranjo físico linear, divididos em fluxo I, S, O, U e W, estão expostos na Figura 3. Essas variações foram apresentadas por Tompkins *et al.* (2013) com objetivo de organizar a linha conforme a estrutura e o espaço disponível na planta.

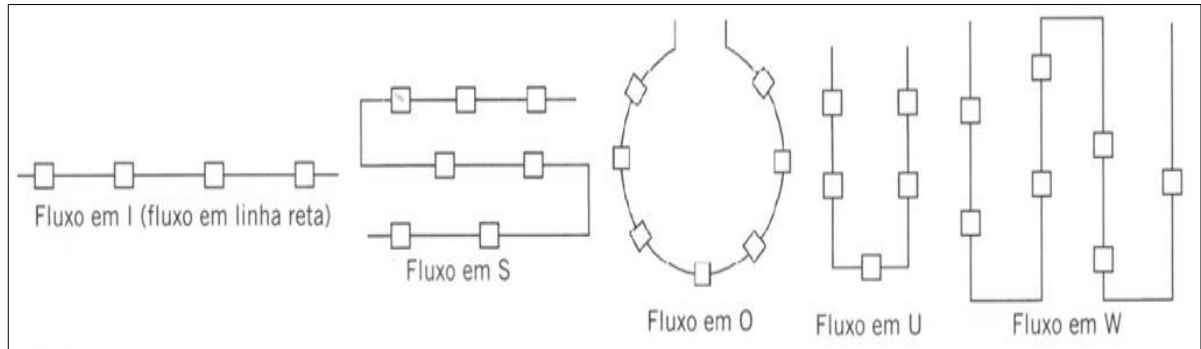


Figura 3 – Tipos de fluxos para organização do *layout* linear
Fonte: Adaptado de Tompkins *et al.* (2013, p.72).

Essa disposição linear é necessária quando a variedade do produto é baixa, mas o volume de produção é alto, o que resulta em um processo com pouca flexibilidade para alteração da linha (SLACK *et al.*, 2009).

2.2.4 Arranjo Físico Celular (Família de Produtos)

Para Corrêa e Corrêa (2012), o *layout* celular consiste na organização de uma área delimitada, na qual máquinas e equipamentos diferentes possam realizar completamente todo o processo produtivo de um determinado produto. Esse tipo de arranjo pode ser separado em famílias de itens, que utilizam recursos semelhantes para serem desenvolvidos. Peinado e Graeml (2007) se referem às células de produto, como pequenas linhas de produção, nas quais os insumos percorrem a linha, passando por todos os processos necessários para a sua formação.

Conforme Slack *et al.* (2009), a célula refere-se a uma parte específica da operação geral do processo e pode ser projetada em formato de U ou de acordo com outros tipos de arranjo, preferencialmente o funcional ou por produto, nos quais os recursos e insumos são pré-determinados e selecionados.

No exemplo da Figura 4, cada conjunto de célula distribuído na área disponível tem capacidade de produzir a família de produtos completa, do início ao fim. Para Peinado e Graeml (2007), esse tipo de arranjo não se restringe somente ao ambiente industrial, podem também ser encontradas em lojas de departamento, maternidades, feiras e exposições em geral.

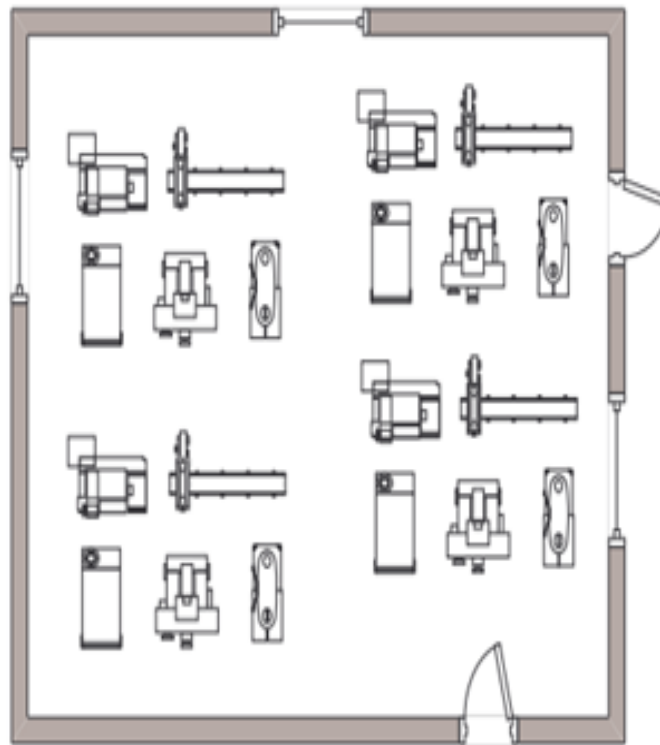


Figura 4 – Layout celular
Fonte: Peinado e Graeml (2007).

De acordo com Martins (2005), esse tipo de arranjo permite que o processo produtivo ganhe velocidade e eficiência, sem perder a alta flexibilidade no tamanho dos lotes, simplificação do fluxo, melhoria na qualidade do processo e no controle da produção. Nesse caso, menores distâncias são percorridas, o que agrega vantagem competitiva ao produto final e aumenta a produtividade da linha.

2.2.5 Arranjo Físico Misto (Combinado)

Definido de forma simples, o arranjo físico misto nada mais é do que a junção de dois ou mais arranjos em um mesmo ambiente. Muitas vezes, para classificar um tipo de produção é necessária uma combinação de *layouts* para que o processo se desenvolva da melhor maneira (PEINADO; GRAEML, 2007).

A Figura 5, proposta por Martins (2005), representa uma combinação de mais de um tipo de *layout*, na qual se encontra uma sequência de arranjo físico funcional, seguido de um arranjo em linha, unido a um arranjo celular.

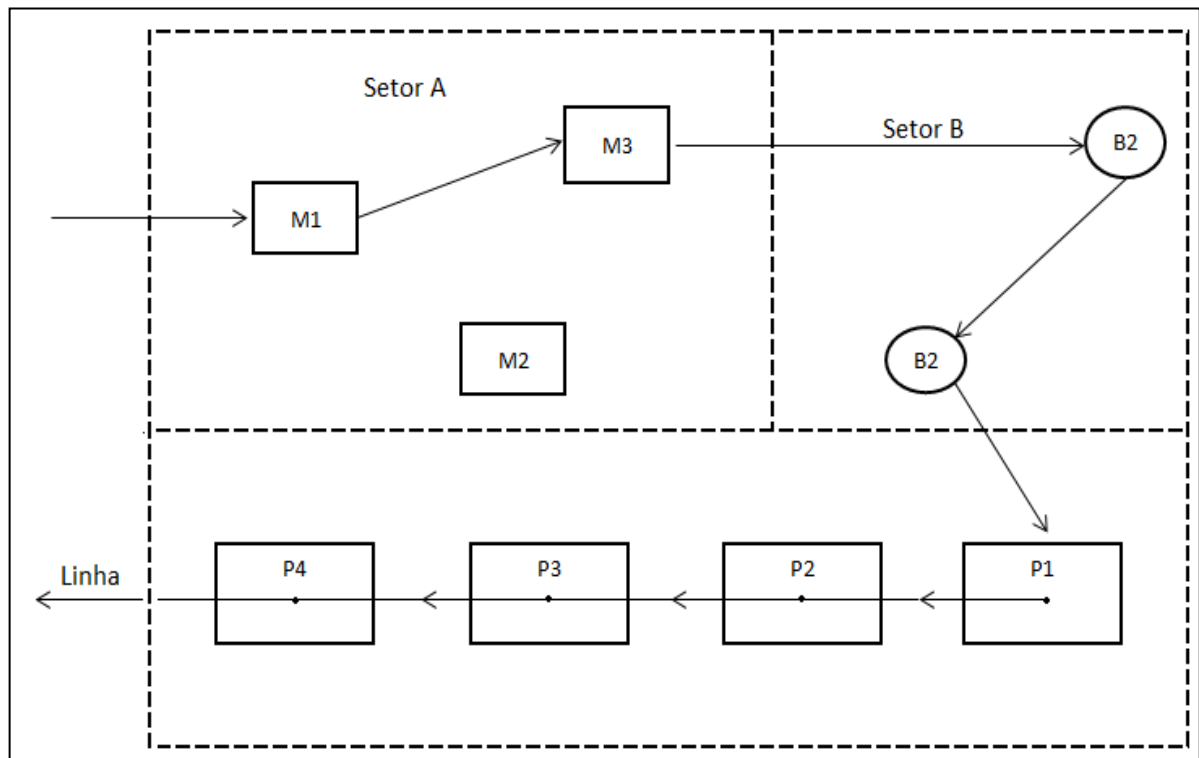


Figura 5 – Layout misto
Fonte: Adaptado de Martins (2005, p. 141).

Slack *et al.* (2009) comentam que os arranjos combinados são os mais encontrados e vistos na prática, porque normalmente o empresário adapta o processo conforme as necessidades de produção, disponibilidades físicas da planta e limitações financeiras. Shoppings, supermercados, hospitais e grandes fábricas são listados como exemplos pelo autor de arranjos físicos mistos.

2.3 MODELOS MODERNOS DE ARRANJO FÍSICO

Devido às novas tecnologias e intensa variação dos ambientes organizacionais, viu-se a necessidade de desenvolver novas classificações dos arranjos quanto à tipologia e disposição no espaço.

No Quadro 1 é apresentada, pela definição de Benjaafar, Heragu e Irani (2002), uma descrição direta e simplificada dos novos modelos, sendo: células virtuais, ágil, fractal, modular, holônico, distribuído e parcialmente distribuído.

Células Virtuais	Ágil	Fractal	Modular
Criado para solucionar problemas relacionados ao controle da produção. O termo virtual foi adicionado para diferenciar as células comuns já existentes. Essa disposição destaca-se pelos agrupamentos lógicos entre as máquinas, distribuídas no chão de fábrica, próximos a um equipamento comum entre as células.	Tem por objetivo maximizar as operações, por meio da reconfiguração na organização dos equipamentos, modificar os centros de trabalho que são fáceis e leves de serem movimentados.	É definido como uma extensão do arranjo físico celular, onde o ambiente organizacional é decomposto em grupos menores. Ambiente de fácil acesso e movimentação. É conhecido por fábrica dentro da fábrica (minicélula dentro da célula).	Dividido por uma sequência de módulos, onde cada um representa parte da instalação do processo. Sendo assim um módulo representa a conexão bem elaborada entre máquina e fluxo de material.
Holônico	Distribuído	Parcialmente Distribuído	
Considerado um arranjo geral, onde as máquinas e equipamentos são distribuídos de forma aleatória. Aproxima-se da definição do arranjo físico distribuído. A ideia é sugerir fluxos mais eficientes, onde independentemente do produto fabricado, as máquinas ficam disponíveis para execução das operações.	Resume a distribuição dos setores de trabalho pelo chão de fábrica. O objetivo é fazer com que a disposição suporte variações de volume e dos padrões de fluxo envolvidos no processo. Desenvolve fluxos eficientes com grande quantidade de volume envolvido e frequente mudança de produtos.	Nesse tipo de arranjo, a distribuição é parcialmente distribuída, pois os setores não são completamente separados, onde pode haver conjuntos de máquinas e equipamentos concentrados em locais próximos no ambiente organizacional.	

Quadro 1 – Descrição dos novos tipos de arranjos físicos
Fonte: Adaptado de Benjaafar, Heragu e Irani (2002).

Seguindo as novas tendências, os conceitos atualizados de arranjo físico abrangem diversas características necessárias para a classificação de distintos ambientes. Isso facilita o entendimento quando um *layout* comum não se encaixa perfeitamente no cenário estudado, gerando maior amplitude de opções na hora de classificar o espaço desejado (BENJAAFAR, HERAGU E IRANI, 2002).

2.4 A RELAÇÃO ENTRE PROCESSO PRODUTIVO E TIPO DE ARRANJO FÍSICO

Slack *et al.* (2009) desenvolveram um estudo, conforme demonstrado pelo Quadro 2, para diferenciar as vantagens e desvantagens entre os tipos clássicos de arranjo, com o intuito de relacionar a influência do tipo de *layout* mais adequado com cada tipo de processo existente.

Arranjo Físico	Vantagens	Desvantagens
Posicional	Alta flexibilidade, o produto permanece fixo, apresenta alta variedade de atividades para a mão de obra e menor movimentação de material.	Elevados custos, complexa programação do espaço, baixo volume de produção, grande movimentação de pessoas e equipamentos.
Funcional	Flexibilidade alta, robusto no caso de interrupções e de fácil supervisão.	Reduzida utilização dos recursos, elevado estoque em processo, fluxo complexo, maior dificuldade para controlar e baixa produtividade.
Produto	Custos unitários baixos, elevados volumes de produção, movimentação apropriada de pessoas e materiais e simples controle de produção.	Baixa flexibilidade, trabalho pode ser repetitivo, investimento inicial elevado.
Celular	Equilibrado com relação ao custo e flexibilidade, com elevada variedade, o produto percorre a linha rapidamente e o trabalho em equipe traz melhores resultados para o processo.	Torna-se caro se reconfigurado do arranjo atual e pode reduzir a utilização de recursos.

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens dos tipos de arranjo físico

Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009, p.194).

A análise detalhada do Quadro 2 facilita a escolha do tipo de arranjo mais adequado para cada situação organizacional. Um ponto importante nessas comparações é com relação ao custo total envolvido e ao comportamento que cada tipo de arranjo engloba no processo (TOMPKINS *et al.*, 2013).

Brown (2005) classifica cinco tipos básicos de processos produtivos: por projeto, por tarefa, por lote ou batelada, em linha ou massa e contínuo. O Quadro 3 relaciona o tipo de processo envolvido com a respectiva utilidade dentro da indústria, fator que influencia na seleção do correspondente tipo de *layout*.

Processo	Descrição
1. Por projeto	Produtos são de grande porte, fixos no processo, com fabricação complexa, únicos e exclusivos (sem repetição).
2. Por tarefa (<i>jobbing</i>)	Baixo volume, fabricação complexa, exclusivos, o produto pode se mover ao longo do processo.
3. Por lote ou batelada	Os produtos são separados em famílias, conforme a semelhança de produção, volume médio, estações mais flexíveis, difícil administração.
4. Em linha ou massa	Produtos mais padronizados, grande volume, produtos específicos, menores prazos de entrega, menor flexibilidade, tecnologia especial para cada produto,
5. Contínuo	Alto volume de produção, foco na fabricação de um único produto, sequência pré-determinada.

Quadro 3 – Descrição dos tipos de processo

Fonte: Adaptado de Brown (2005).

Dessa maneira, com base na descrição apontada no Quadro 3, é possível classificar, para cada empresa, o tipo de processo mais adequado, conforme a identificação das operações desempenhadas no cenário.

Para esclarecer melhor as definições de Brown (2005), na Figura 6 estão relacionadas a Variedade/Customização com a quantidade produzida, envolvendo todos os tipos de processo citados no Quadro 3, de forma a facilitar o entendimento e a relação entre eles, de acordo com aos respectivos arranjos físicos existentes.

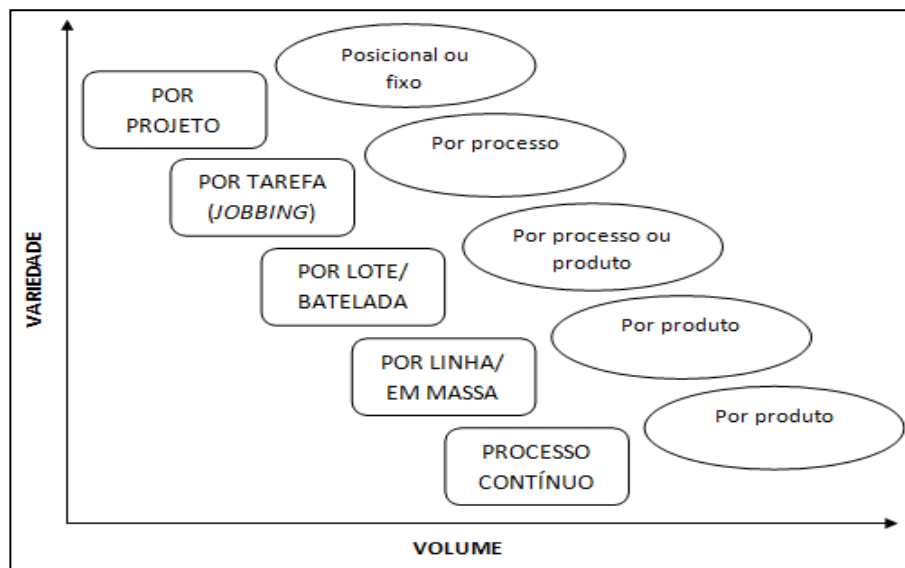


Figura 6 – Relação entre volume-variedade X tipo de processo produtivo
 Fonte: Adaptado de Brown (2005).

Slack *et al.* (2009) afirmam que o fluxo do processo produtivo depende das características associadas ao volume e a variedade para se definir o tipo de arranjo mais adequado à situação, sendo, portanto, um inversamente proporcional ao outro, como indicado no gráfico da Figura 6. Dessa forma, alterar o fluxo dos recursos transformadores é mais relevante quando o volume é maior e a variedade menor, pois o processo é considerado mais repetitivo.

O gráfico da Figura 6, além de relacionar o volume e a variedade, descreve o tipo de arranjo mais adequado para cada processo. O arranjo por produto, que tem características de fabricar elevada quantidade de volume, por exemplo, é mais indicado para os processos contínuos ou por linha/em massa e até mesmo por lote/batelada. O *layout* por processo encaixa-se nas opções por lote/batelada ou por tarefa (*jobbing*). Por fim, o arranjo físico posicional ou fixo é mais específico para processos por projeto, no qual a variedade é grande, mas a quantidade produzida é pequena (BROWN, 2005).

Existe uma relação direta entre os processos produtivos e de serviços, em que ambas as atividades precisam estabelecer as etapas referentes ao planejamento do sistema e ficar a total disposição para atendimento do consumidor (MOREIRA, 2011). Os três principais tipos de serviços, em massa, profissional e loja de serviços, são caracterizados e exemplificados no Quadro 4.

Tipo de Serviço	Descrição	Exemplo
Em massa	No qual ocorre o atendimento de uma grande quantidade de clientes, principalmente em contato com tecnologias e instalações.	Shows, metrô, ônibus, estádio de futebol.
Profissional	Possui um número de clientes mais restrito, pois cada serviço é realizado de forma individualizada e particular, concentrada em atender as necessidades específicas de cada cliente em questão.	Cabeleireiro, cirurgia, consultoria.
Loja de serviços	É o serviço com maior concentração de atendimento ao consumidor, com uma porção de clientes intermediários que se dividem em atendimentos mais tecnológicos e especializados à vontade do consumidor.	Hotéis, restaurantes, lojas de varejo.

Quadro 4 – Tipos de serviços

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), os processos de serviços caracterizam-se pelo maior contato com os clientes na hora da negociação. Os processos produtivos também apresentam um lugar de destaque quando o assunto abrange administração de operações. Nesse contexto, Moreira (2011) descreve a prestação de serviços por meio de uma ação que pode ou não envolver meios físicos na execução.

2.5 A BUSCA POR UM *LAYOUT* OTIMIZADO

A alteração de um arranjo físico afeta diretamente a maneira como as empresas buscam as prioridades competitivas (qualidade, custo, flexibilidade, rapidez e confiabilidade). Portanto, para Viera (1981) e Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), os principais objetivos para atingir um *layout* apropriado envolvem redução das distâncias entre os setores, tempo de produção e espera, manuseio de materiais, menor utilização de equipamentos, redução de riscos aos funcionários, melhoria na comunicação entre os setores envolvidos e racionalização de espaço.

Conforme a descrição de Tompkins *et al.* (2013), a preocupação básica em toda formulação de um *layout* é de simplificar o fluxo de movimentação das atividades e da circulação das pessoas e materiais, bem como estabelecer as relações físicas entre as operações do sistema. Isso gera maior satisfação e ânimo para os colaboradores envolvidos, devido a melhor aparência e disposição de equipamentos no novo ambiente de trabalho.

O *layout* está diretamente relacionado ao tipo de atividade desenvolvida pela empresa. Um processo desenvolve-se melhor se o arranjo for específico para fabricar aquele determinado tipo de produto (SLACK *et al.*, 2009).

Peinado e Graeml (2007) afirmam que alterar o *layout* de qualquer ambiente em funcionamento não é uma tarefa fácil. Geralmente, para se realizar as devidas mudanças que envolvem arranjo físico, a produção precisa ser interrompida, o que conseqüentemente causa paradas no processo, eleva o custo dos produtos e atraso nos pedidos dos clientes.

Os principais motivos que influenciam na tomada de decisões, apresentados por Moreira (2011), estão relacionados à capacidade de instalação e ao aumento da eficiência e da produtividade atrelados à fabricação. Com um arranjo apropriado a empresa consegue alcançar melhores resultados, pois o processo flui de forma mais rápida e organizada. Isso facilita a produção, a comunicação, colaboração, disposição dos funcionários no ambiente produtivo e o manuseio dos materiais. É importante considerar que qualquer investimento no ambiente, será rapidamente recuperado a partir da melhoria do sistema.

Toledo (1986) completa que, para aplicar um rearranjo, é preciso analisar a situação da empresa, o que abrange diversas possibilidades de mudança, como: melhoria do atual ambiente, nova linha de produto, alto custo operacional, instalação de uma nova fábrica, antigas instalações ou necessidade de expansão da capacidade.

Para iniciar o processo de elaboração de um arranjo ou rearranjo, é primordial realizar um planejamento, verificar as possíveis alterações e então partir para a execução da melhor distribuição do novo *layout*. Martins (2005) enfatiza que, inicialmente, é preciso definir a quantidade de produção e o número de máquinas para então determinar o *layout* mais adequado, que terá como base o tipo de processo e produto desenvolvido.

Via de regra, toda e qualquer empresa se dedica para encontrar a melhor maneira de atender o cliente de forma rápida e fácil, deixando disponíveis os produtos e serviços imprescindíveis para a satisfação total do consumidor (MARTINS, 2005). Por isso, é importante desenhar um sistema que funcione perfeitamente, para que as necessidades dos consumidores sejam atendidas no momento desejado e com maior nível de precedência possível.

Plossl (1993) afirma que os pedidos dos clientes correspondem aos desejos, mas nem sempre às necessidades deles. Sendo assim, uma das tarefas primordiais para o sucesso de uma organização é conhecer o que os consumidores realmente precisam, para fabricar produtos que atendam os requisitos de qualidade e satisfaçam as exigências.

As empresas, muitas vezes, consideram que o *layout*, uma vez estabelecido, nunca mais poderá ser aperfeiçoado. Pelo contrário, sempre que um processo pode ser melhorado com a ajuda do arranjo físico, esse recurso deve ser utilizado.

O estudo de arranjo físico não serve apenas para novas instalações. Conforme Moreira (2011), ele auxilia também a organizar empresas que já estão em funcionamento e que muitas vezes não passaram por um processo de avaliação e estudo de *layout* inicialmente. Muitas das organizações, apenas distribuíram aleatoriamente os equipamentos e materiais que eram adquiridos, pelo espaço disponível da fábrica.

2.6 FLUXO DO PROCESSO E FLUXO DE MATERIAL

Plossl (1993) resume o processo produtivo em adquirir matéria-prima do fornecedor, realizar a etapa de produção e fornecer o produto final para o cliente. Para que esse sistema flua de forma organizada e rápida, é essencial que o fluxo de materiais seja adequado para ajudar no desenvolvimento das atividades de fabricação.

Para Lustosa (2008), a movimentação excessiva é considerada um desperdício dentro do processo, mas pode ser simplificada por meio da economia de circulação e organização do espaço, com a ajuda dos colaboradores e do ambiente de trabalho no qual estão inseridos.

Conforme pode ser visto na Figura 7, o sistema de planejamento e controle da produção engloba todo o processo de fabricação. Esse sistema precisa ser constantemente verificado, com o intuito de manter a produção em funcionamento para permitir que o produto final chegue até o cliente.

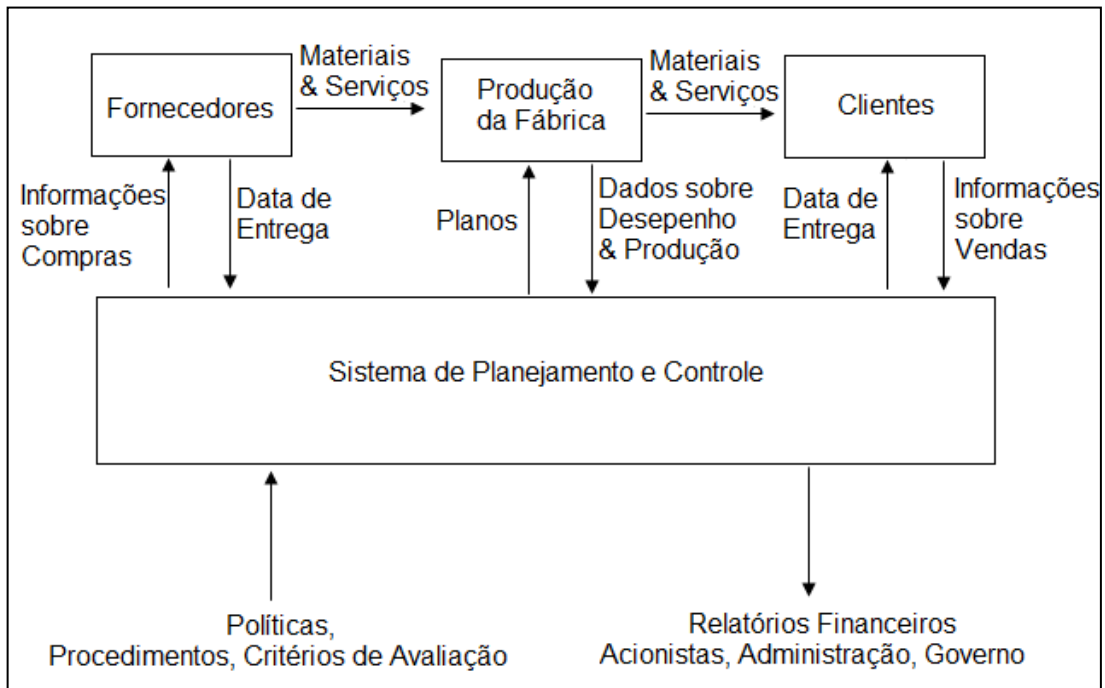


Figura 7 – A essência do processo de fabricação
Fonte: Plossl (1993, p.8).

Os benefícios que o fluxo rápido de materiais pode oferecer são mais abrangentes quando aplicados em todas as etapas das operações, para facilitar assim o controle integrado do sistema. O objetivo principal permanece em reduzir os fluxos para acelerar e facilitar a movimentação. Um exemplo válido para essa situação é a redução dos *setups* das máquinas, o que contribui na redução do tempo para o desenvolvimento do processo (PLOSSL, 1993).

Outro fator importante que deve ser considerado para a organização do sistema produtivo é a administração e o armazenamento dos materiais indispensáveis e disponíveis. Quando bem planejados, esses fatores ajudam a reduzir os custos e o estoque dentro da fábrica e aumentar o espaço para movimentação. Baseado nisso, Tompkins *et al.* (2013) definem que o armazenamento dos materiais deve ser feito de tal forma a facilitar o alcance, a entrega e a rápida manutenção dos setores, sendo eficaz para os clientes internos que necessitam utilizar esse tipo de insumo.

O planejamento e o controle dos fluxos de materiais e informações são elaborados para definir a execução correta dos produtos, o que relaciona a quantidade de recursos disponíveis para atender a sequência de pedidos no processo produtivo (MOREIRA, 2011).

Porém, antes mesmo de considerar a reposição dos materiais, é preciso verificar, de acordo com Corrêa e Corrêa (2012), as necessidades dos clientes internos e externos ao processo. Internos, pois um setor depende do outro para garantir bons resultados, e externos, pois a demanda vinda das necessidades dos consumidores deve ser analisada para então iniciar-se a fabricação. Para Plossl (1993), cada etapa depende da fase seguinte para funcionar adequadamente.

Martins (2005) complementa que, por meio de um estudo detalhado, a organização consegue controlar melhor os níveis de estoque e reposição do material para alimentar o processo, que se inicia com a verificação do produto no estoque e a necessidade de compra ou fabricação, conforme o pedido dos clientes.

Uma área de trabalho ou espaço deve então ser organizada de tal forma que, além de facilitar as movimentações dos materiais, equipamentos e pessoas, satisfaça e mantenha seguros os colaboradores, para evitar possíveis acidentes e atrasos no chão de fábrica. Vieira (1981) acredita que os cruzamentos inconvenientes devem ser evitados diariamente, independentemente do tipo de processo produtivo. Como consequência, a quantidade de transporte é reduzida, o que agrega maior valor ao produto final.

Para Martins (2005), o dimensionamento correto dos corredores, a altura do estoque, o espaçamento entre as colunas e as distâncias de outras áreas da organização são fatores essenciais para a obtenção de um bom *layout*. Porém, é preciso considerar todas as possíveis extensões e atividades que ocorrem dentro da empresa, como a movimentação e o fluxo de materiais e pessoas, os equipamentos de segurança, a sinalização e o fácil acesso aos extintores de incêndio.

A área administrativa deve possuir um ambiente específico – cerca de 10%. Futuras expansões devem ser previstas, conforme Martins (2005), nos primeiros projetos da fábrica, caso a demanda do produto aumente ou mais linhas de produção sejam acrescentadas no processo. Com base nessas características, o *layout* adequado à organização tem por objetivo racionalizar espaço, diminuir os custos, realizar um bom armazenamento e boa visualização do local.

2.7 A METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*

O Planejamento Sistemático de *Layout* (*Systematic Layout Planning*) representa uma metodologia com aplicação de um conjunto de etapas para estruturar e desenvolver um novo projeto de *layout* ou o rearranjo de um determinado ambiente.

Costa (2004) descreve o SLP como uma ferramenta que colabora na disposição das máquinas, equipamentos, fluxos de pessoas e instalações, e também no auxílio para a tomada de decisão na melhor organização do ambiente. Apesar de ser uma estrutura desenvolvida há bastante tempo, o SLP ainda é considerado um dos mais eficientes instrumentos para resolução de problemas que envolvem o arranjo físico.

Muther e Wheeler (2008) estabelecem que os objetivos do SLP envolvem aumento de eficiência e competitividade da empresa, em contrapartida com a redução dos custos, em que a melhor alocação da área disponível fornece condições adequadas de segurança aos colaboradores e facilita a movimentação de pessoas e materiais no interior da fábrica.

Seguindo essa ideia, conforme descrito no Quadro 5, Muther (1986) divide o SLP em quatro grandes fases de planejamento para chegar aos melhores resultados de um arranjo físico adequado ao ambiente estudado.

Fase	Etapas	Definição
I	Localização da área	Define o local onde será executado o planejamento da nova instalação ou rearranjo de uma instalação já existente. Essa fase nem sempre é representada por estabelecer uma nova localização. Nesse caso, só é preciso definir onde o arranjo será instalado.
II	Arranjo físico geral	Nessa fase é estabelecido o posicionamento das diferentes áreas da organização e verificado a inter-relação de modo abrangente entre os setores, para aproximar os processos mais importantes.
III	Arranjo físico detalhado	Depois que cada área foi alocada, é preciso analisar os setores de forma individual, para decidir a localização de todas as máquinas e equipamentos que serão utilizados para a fabricação do produto ou a prestação de serviço nesse posto de trabalho.
IV	Implantação	A última fase se encarrega de aplicar o planejamento na organização, seguindo cada etapa estabelecida nas fases anteriores.

Quadro 5 – Fases de planejamento do SLP

Fonte: Adaptado de Muther (1986).

Nesse caso, é importante salientar que cada etapa depende da verificação e do cumprimento da anterior para começar a ser desenvolvida e quanto maior for o número da fase, mais tempo leva para ser executada.

Pela seqüência da estrutura do sistema SLP, as fases II e III são ainda mais detalhadas conforme as nove etapas descritas na Figura 8. O processo começa com a inserção dos dados de entrada, dividido em cinco elementos (PQRST) que consistem nas informações básicas para iniciar um trabalho detalhado do SLP.

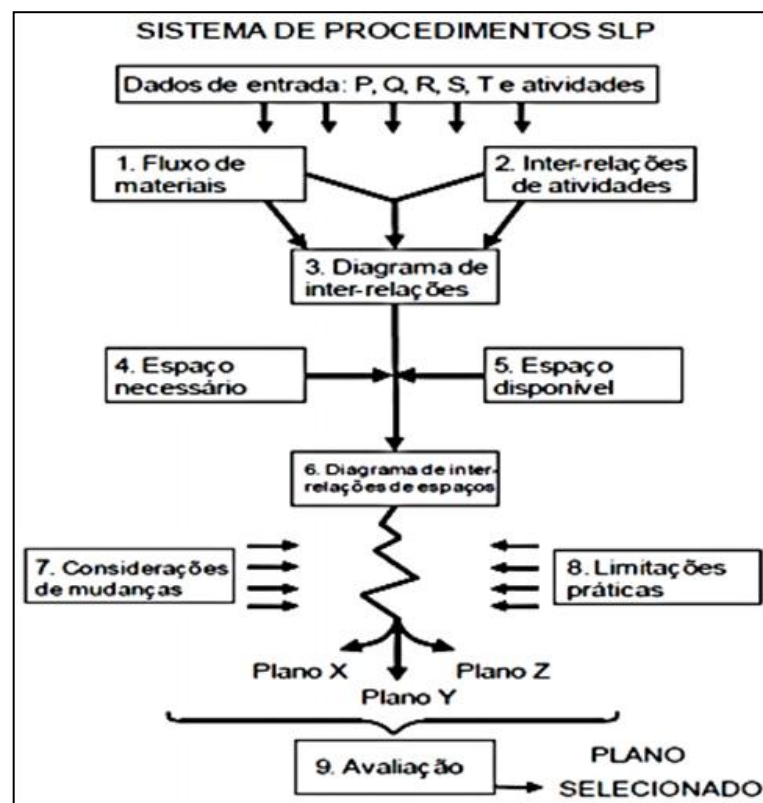


Figura 8 – Sistema de procedimento SLP
 Fonte: Muther (1986, p.7).

Seguindo a demonstração da Figura 8, o primeiro dado de entrada é o produto (P), que caracteriza aquilo que a empresa produz por meio de material ou serviço. O segundo é a quantidade (Q), que representa o número de produtos fabricados. O roteiro (R) engloba a seqüência de processos em que o produto está sendo fabricado. Os serviços (S) de suporte são funções auxiliares para atender de forma efetiva o funcionamento de todo o sistema. Por fim, o tempo (T) indica o limite, a frequência ou a duração das atividades e a definição das quantidades de produção e máquinas utilizadas para o atendimento dos prazos. Essa etapa também engloba o dimensionamento do espaço para a movimentação e o balanceamento entre as atividades (MUTHER, 1986).

Esses cinco elementos, quando relacionados, tornam-se a chave para solucionar problemas que envolvem o arranjo físico que, conforme Muther e Wheller (2008), concentram-se principalmente nos dois primeiros dados de entrada. A partir disso, o objetivo é coletar as informações indispensáveis para a formação dos outros componentes, que também são essenciais para o sistema.

Dando continuidade ao desenvolvimento da técnica aplicada ao SLP, como apresentado na Figura 8, depois da inserção dos dados de entrada, o próximo passo, de acordo com Tompkins *et al.* (2013), é realizar uma carta de para, com o intuito de analisar os fluxos dos produtos e os recursos envolvidos. A partir da representação da Figura 9, por meio da listagem dos setores ordenados, é feita a análise e a computação da quantidade de movimentos ou da distância percorrida, realizadas entre as operações descritas.

De \ Para	Estoque	Fresagem	Torneamento	Prensa	Chapeamento	Montagem	Armazém
Estoque		12	5	9	1	4	
Fresagem					8	2	
Torneamento		3			4		
Prensa					3	1	1
Chapeamento		3	1			5	4
Montagem	1						8
Armazém							

Figura 9 – Exemplo de carta de para
Fonte: Adaptado de Tompkins *et al.* (2013, p.92).

O segundo passo do sistema envolve o desenvolvimento do diagrama de inter-relações das atividades. Para Slack *et al.* (2009), nessa fase, é preciso definir primeiramente os critérios de proximidade entre os setores. A escala AEIUOX é classificada em: A = absolutamente necessária, com valor 4, E = especialmente importante, com valor 3, I = importante, com valor 2, O = pouco importante, com valor 1, U = desprezível, com valor 0 e X = indesejável, com valor -1. Com isso, o diagrama é montado, conforme pode ser observado na Figura 10, com a lista dos setores que relaciona o grau de proximidade e importância entre eles.

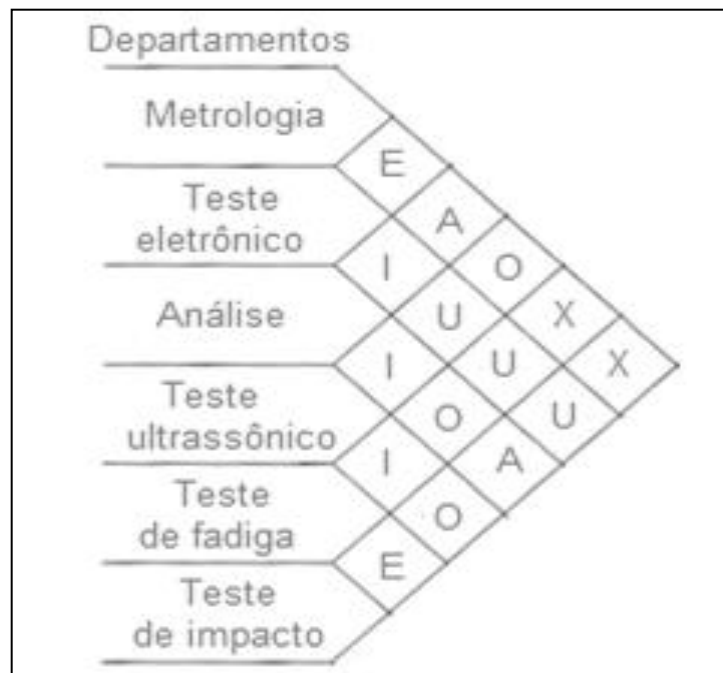


Figura 10 – Exemplo de diagrama de inter-relações
Fonte: Adaptado de Slack *et al.* (2009, p.197).

No passo seguinte, é feita a elaboração do diagrama de arranjo das atividades, como representado pela Figura 11a. Com base nos dados coletados por meio da relação de importância entre os setores, é possível avaliar a proximidade das atividades com maior afinidade.

Conforme Corrêa e Corrêa (2012), essa disposição obedece a critérios de linha de ligação, descritos no Quadro 6, no qual a ordem de importância corresponde ao número de valor estabelecido na escala AEIOUX.

Letras	Valor	Número de linhas	Proximidade	Código de Cores
A	4		Absolutamente necessário	Vermelho
E	3		Muito importante	Amarelo
I	2		Importante	Verde
O	1		Pouco importante	Azul
U	0		Desprezível	Em branco
X	-1		Indesejável	Marrom

Quadro 6 – Representação escala AEIOUX
Fonte: Adaptado de Muther (1986, p.47).

Os símbolos para identificação, que são utilizados na construção do diagrama de inter-relação das atividades, são ilustrados por Muther (1986), no Quadro 7.

Símbolo	Ação	Resultado da ação
○	Operação	Fabrica ou executa
⇒	Transporte	Movimenta
□	Inspeção	Verifica
D	Espera	Interfere
▽	Armazenamento	Guarda

Quadro 7 – Simbologia carta de processo
Fonte: Adaptado de Muther (1986, p.22).

Na sequência dos passos descritos do SLP, tem-se a elaboração de um diagrama de inter-relações das áreas do processo, apresentado na Figura 11b. O processo é semelhante ao anterior, porém, agora, como descrito por Corrêa e Corrêa (2012), as áreas são representadas por quadrados, proporcionais aos tamanhos reais requeridos na planta.

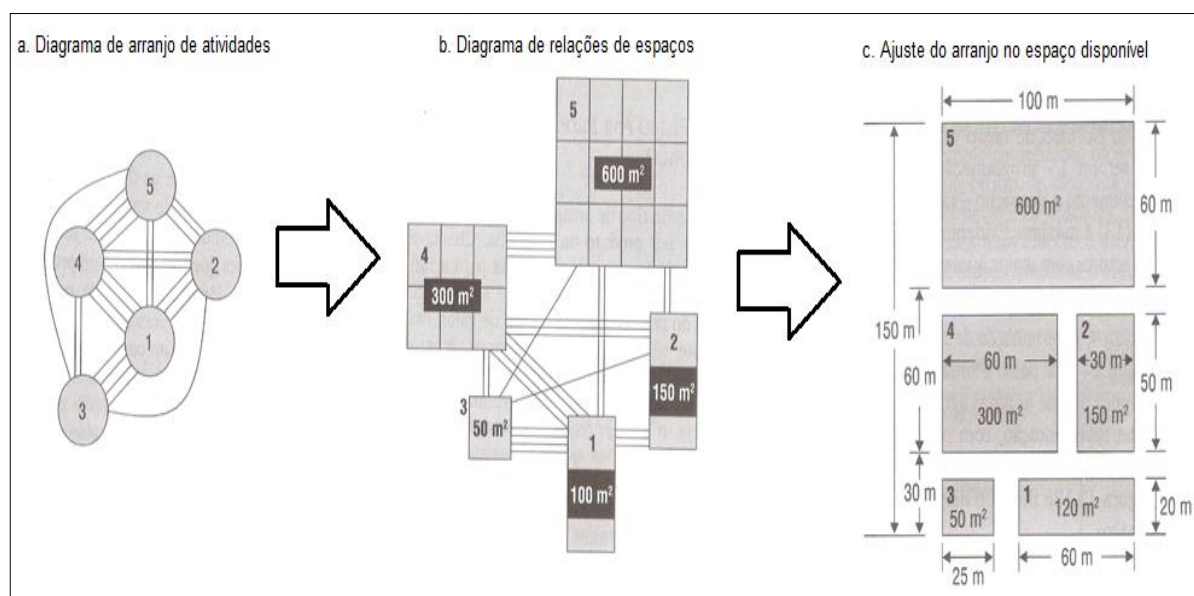


Figura 11 – Passos 3, 4 e 5 do SLP
Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

As opções dos planos finais devem ser apresentadas para a definição do melhor arranjo disponível, de forma clara e com fácil identificação do esboço do local. Assim, para Muther (1986), as plantas escolhidas serão verificadas com base nos critérios e na sequência de passos descritos pelo SLP, para a aprovação e a seleção final do modelo mais apropriado para o caso estudado.

No quinto passo, ocorre a organização do espaço disponível a partir das análises feitas e dos dados coletados com os passos anteriores, por meio da distribuição da área total disponível dos centros de trabalho no ambiente. O objetivo dessa etapa é, conforme Slack *et al.* (2009), reduzir os fluxos e as distâncias, com o esboço final e diminuir os custos com a movimentação excessiva de pessoas, materiais e recursos envolvidos no processo. Na Figura 11c, Corrêa e Corrêa (2012) demonstra a disposição definida do espaço, estabelecida para a organização.

Ao final dos processos de aplicação da metodologia do SLP, o melhor arranjo será escolhido e implementado na fábrica, na busca por atingir resultados positivos e otimizados na disposição dos elementos de forma adequada para a organização.

2.8 A CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA MOVELEIRA

O setor moveleiro no Brasil, conforme o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI (2015), destacou-se pela liderança da cadeia produtiva de móveis, com um crescimento nos últimos anos por meio do aumento da produtividade. A fabricação de móveis de madeira e variações, por exemplo, é uma das atividades mais tradicionais da indústria de transformação.

Para Gorini (1998), as indústrias moveleiras apresentam preocupação com relação à inovação dos produtos e dos processos para a abertura comercial no setor da economia brasileira, como também para atingir de forma global o mercado externo. Alinhado a isso, tem-se os investimentos da tecnologia, fator considerado competitivo para o setor, que, por meio de estratégias, ganha o mercado consumidor, por meio do aprimoramento dos produtos com novos designs e materiais. Um produto de qualidade deve levar em conta fatores significativos para atrair o consumidor, como resistência, durabilidade, desenho e material utilizado.

As principais características das indústrias de móveis envolvem diversos processos de fabricação dos produtos, grande exploração de matéria-prima de origem natural, alta variedade na transformação dos produtos finais, geração de empregos, intensiva mão de obra, entre outros fatores (GORINI, 1998; ROSA; CORREA; LEMOS, 2007; GALINARI; TEIXEIRA; MORGADO, 2013).

Para Rosa, Correa e Lemos (2007), a variedade dos produtos finais confeccionados por esse tipo de segmento é imensa. Isso deve-se ao fato decorrente das diferentes combinações de matérias-primas (madeira, painéis de MDF, metal etc.) que podem ser utilizadas na fabricação desse tipo de produto, tornando-o mais barato e com os mesmos padrões de qualidade, conforme o desejo do consumidor.

Geralmente, as empresas características desse ramo concentram as atividades na produção de um tipo específico de móveis, por exemplo, para quarto, cozinha, banheiro, sala, o que facilita o desenvolvimento do processo produtivo e contribui para a qualidade dos produtos e a rapidez nas entregas (IEMI, 2014).

Dados apresentados pelo gerente setorial do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), Antonio Carlos de Vasconcelos Valença (2002), asseguram que grande parte do setor de fabricação de móveis é representada por fábricas familiares tradicionais.

O setor de construção civil é um grande aliado das indústrias moveleiras, pois ambos estão interligados ao desenvolvimento econômico. Dessa forma, Gorini (1998) garante que, quanto maior o nível de rentabilidade da população, maior as obras de construção do mercado, isso afeta a demanda para fabricação de móveis.

Na reportagem do site Mega Moveleiros (2015), o economista José Roberto Mendonça de Barros considera extremamente delicado o momento econômico vivido em 2015, pela indústria moveleira no Brasil, fato esse decorrente dos ajustes de preços do mercado. Porém, ele afirma que a recuperação será imediata, caso as empresas aproveitem o momento da crise para investir em melhorias no balanço do processo e atender a futura demanda. No momento, a indicação é de investir em treinamentos, inovação e novos produtos para abertura de mercado e melhoria no processo.

O presidente Daniel Lutz, da Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário, a ABIMÓVEL (2015), garante que outro problema enfrentado pelas indústrias moveleiras advém dos altos volumes de estoques nas empresas.

Considerando o baixo crescimento econômico do país nesse período, a atividade do setor tende a diminuir no ano de 2015, o que pode afetar a produção e as vendas da indústria.

Dados do jornal A Gazeta do Povo (2013) apontam que o volume de produção moveleiro cresceu, se comparado a outros setores industriais, devido ao aumento da globalização dos mercados. Para Marcelo Prado, diretor do Instituto de Estudos e Marketing Industrial, o IEMI, esse valor representa o alto grau de investimento, algo não observado nos outros ramos da indústria, que, de certa maneira, adiaram os projetos e as compras de máquinas devido à crise enfrentada em 2015. Porém, apesar do grande crescimento apresentado, o setor moveleiro ainda está anos atrasado, se considerar o cenário das fábricas de alimentos, automobilísticas e têxteis, e precisa investir pesado para alcançar esses mercados.

Conforme representado pela cartilha do Serviço Brasileiro de apoio às Micro e Pequenas Empresas, o SEBRAE (2014), a matéria-prima mais utilizada na fabricação de móveis é a madeira, representando 84% do setor moveleiro.

A partir de dados conferidos no relatório setorial da indústria de móveis no Brasil, lançados pelo IEMI (2014) no ano de 2013, o setor correspondia a 18,7 mil empresas, divididas em micro, pequenas, médias e grandes empresas, que agregavam cerca de 328,6 mil funcionários para trabalhar no ramo.

De acordo com o SEBRAE (2014), a concentração dos polos industriais do setor se espalha por todo o país, com maior volume nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O Paraná é responsável por 21% destes indicadores e conta com mais de 3 mil indústrias moveleiras, de acordo com pesquisa datada de 2011.

Dessas empresas, metade se concentra agrupada na região Sul do Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, o que corresponde a aproximadamente 9 mil indústrias cadastradas (MOVERGS, 2012).

As empresas que apresentam melhores resultados para o SEBRAE (2014) são aquelas que estão na busca constante por atualização e inovação da cadeia produtiva, para conquistar mercados nacionais e internacionais.

Nesse sentido, a indústria de móveis tira proveito do momento para realizar as devidas mudanças internas necessárias à produção, assim como aproveita para inovar e atualizar os produtos, fatores esses determinantes para o sucesso no mercado.

Conforme o banco de dados agregados do IBGE (2016) e baseado na média dos valores de 2012, na Figura 12 está demonstrado a evolução dos índices de base fixa sem ajuste sazonal, entre janeiro de 2012 até fevereiro de 2016. Esses valores representam a produção física mensal brasileira da fabricação de móveis, por meio da porcentagem baseada na média de 2012.

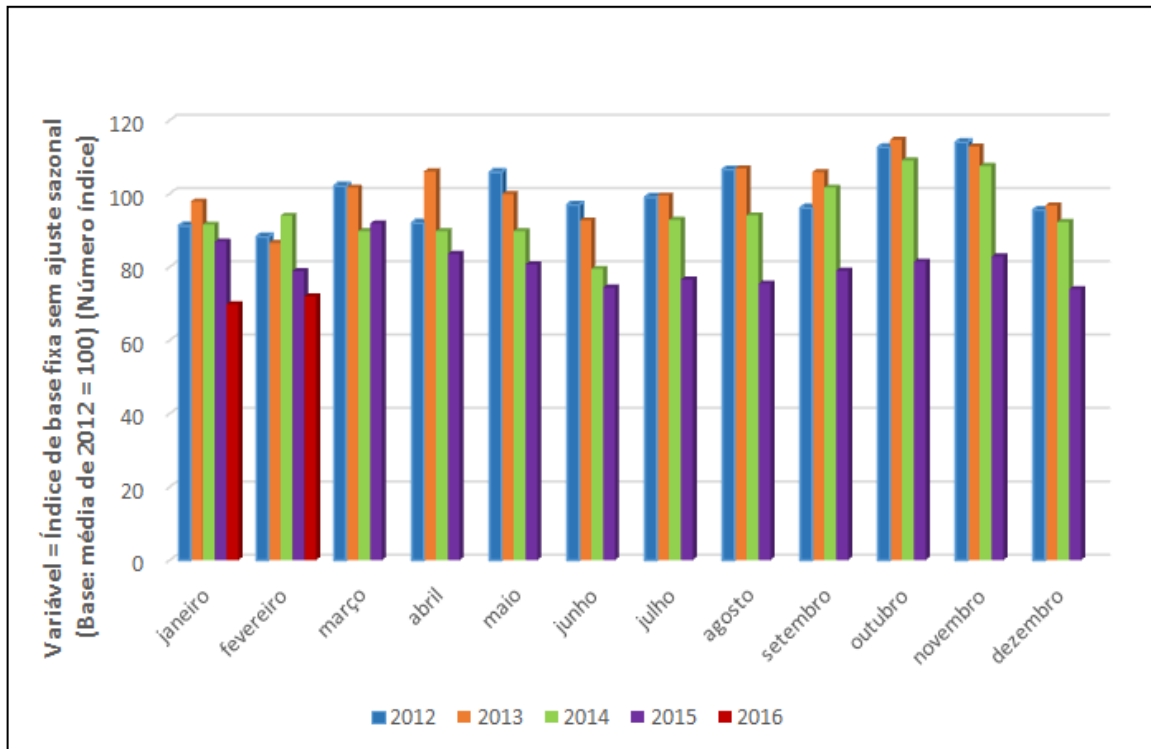


Figura 12 – Pesquisa industrial mensal da produção física de móveis do Brasil
 Fonte: Adaptado de dados do IBGE (2016).

Observando os resultados, nota-se que o setor representou certa oscilação no decorrer dos anos de 2012 até 2014, mas de 2015 a 2016, esses valores diminuiriam gradativamente devido à crise nessa época, enfrentada no Brasil.

Por meio de uma análise mais detalhada dos dados das Figuras 12 e 13, compreende-se que, no intervalo de ambos os casos, os maiores níveis de produção ficaram entre o segundo semestre de 2012 e o ano de 2013. O final de 2014, também apresentou crescimento entre os meses de setembro e novembro.

Na Figura 13 estão representados, com base na média dos valores obtidos em 2012, os índices de base fixa sem ajuste sazonal, do mesmo período da Figura 12, porém, tem-se agora indicado a produção física mensal da fabricação de móveis exclusivamente no Paraná, por meio da porcentagem baseada na média de 2012.

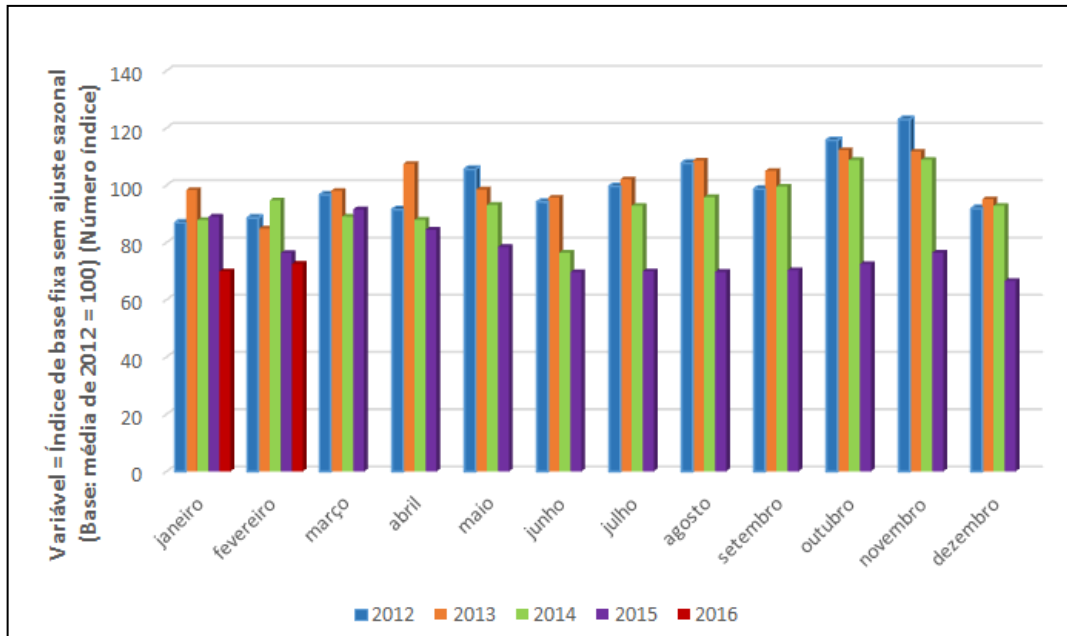


Figura 13 – Pesquisa industrial mensal da produção física de móveis do Paraná
Fonte: Adaptado de dados do IBGE (2016).

Pela comparação dos resultados nos gráficos demonstrados nas Figuras 12 e 13, nota-se que na produção física de móveis entre o Brasil e o estado do Paraná existe semelhante proporção, fato esse advindo do Paraná representar um dos grandes polos industriais de produção de móveis no Brasil e acompanhar o crescimento ou déficit do setor, conforme os anos coletados (IBGE, 2016).

2.8.1 A Contextualização do Setor de Móveis Sob Medida

O conceito de móveis evoluiu muito com o passar dos anos e, de acordo com a Regatto Ambientes Planejados (2012), hoje representa uma categoria de serviços extremamente detalhada, com uma alta gama de projetos de produtos que podem ser desenvolvidos quando o foco é decorar o ambiente com móveis planejados, a partir das especificações, medidas e pedidos dos clientes.

Para Gil (2010), o uso das novas tecnologias para a fabricação desse tipo de produto tem conquistado o mercado, pois oferece a possibilidade do cliente escolher a forma, a cor, o tipo de peça, o material e o tamanho, ao contrário dos móveis comuns confeccionados nas linhas de produção, em que o consumidor precisa escolher de acordo com as opções que o mercado oferece.

O setor de móveis sob medida tem apresentado um amplo crescimento no mercado consumidor, pois atende aos pedidos conforme a necessidade e o desejo do cliente, independentemente da classe social. De acordo com a cartilha do SEBRAE (2008), os imóveis estão cada vez menores e precisam do planejamento adequado dos móveis sob medida para adaptar aos novos e pequenos espaços.

A dificuldade desse setor está na padronização do preço que deve ser atribuído a cada projeto. Isso depende tanto das exigências do consumidor como do tipo de material e da quantidade de acessórios que serão utilizados, além do nível de detalhamento do móvel, para só então definir o valor total do móvel fabricado (GIL, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme definição de Gil (2010), a pesquisa científica tem por objetivo encontrar alternativas e buscar informações para solucionar os mais variados problemas, por meio de um objeto de investigação, ensino, pesquisa, desenvolvimento e aplicação.

Dessa maneira, para definir o critério utilizado nos estudos produzidos em geral, é preciso planejar e estabelecer claramente o foco do projeto e os métodos que serão empregados. Assim, de acordo com a classificação de Marconi e Lakatos (2010), a metodologia pode ser dividida em diferentes requisitos de estudo, dentre eles pela abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

A pesquisa dita qualitativa, para Kauark, Manhães e Medeiros (2010), descreve a interpretação da situação e relaciona o ambiente real com o objeto de trabalho, sem necessidade de traduzir o contexto desenvolvido em números ou dados. Portanto, para o caso em questão, a pesquisa foi classificada quanto à abordagem como qualitativa, na qual a junção das informações, recolhidas no ambiente empresarial durante o desenvolvimento do estudo, fez-se por meio do levantamento bibliográfico, observação do ambiente, entrevista com o responsável pela empresa parceira e coleta de dados em campo.

Quando se trata da classificação quanto à finalidade, o estudo é considerado, por Marconi e Lakatos (2010), de natureza aplicada, pois, teve como objeto uma empresa específica que apresentava necessidade real de melhoria. A intenção do trabalho, para Kauark, Manhães e Medeiros (2010), circundou interesse em adquirir conhecimento por meio da aplicação prática, o qual utilizou a fábrica parceira para solucionar um problema, que faz relação a uma situação autêntica com o próprio arranjo físico delimitado.

Em relação ao objetivo, a pesquisa pode ser descrita como o estudo de um caso, classificada de cunho exploratório pelo fato de, conforme definição de Gil (2008), se concentrar em uma situação real e proporcionar maior aproximação da empresa e do ambiente produtivo avaliado para posterior identificação do problema. O estudo torna-se bastante flexível quanto aos aspectos de coleta de dados que foram utilizados como base para o desenvolvimento de hipóteses e que serviram para analisar os arranjos sugeridos.

Com a descrição, classificação e a estruturação do processo, a fim de conhecer e entender o funcionamento da organização, foi possível optar por melhorias mais adequadas ao ambiente, representados por meio dos modelos propostos.

Para Marconi e Lakatos (2010), o ponto inicial para estruturar qualquer tipo de pesquisa deve partir da coleta de informações baseadas na teoria com o propósito de adquirir conhecimentos, empregar conceitos e fatos já comprovados, para, conseqüentemente, validar a investigação e resolver o problema encontrado.

A partir disso, o presente estudo pode ser classificado por Gil (2010) quanto aos procedimentos, inicialmente, pelo método bibliográfico, que serviu tanto para levantar os principais dados e considerações da pesquisa, quanto para conhecer a ferramenta SLP, por meio de materiais já publicados e com autêntica comprovação de informações, como livros, artigos, teses, dissertações, periódicos, manuais, sites, entre outros.

Outro método importante, que foi utilizado para definir os procedimentos, é o levantamento de campo com observação do ambiente que, conforme Marconi e Lakatos (2010); Gil (2008); Kauark, Manhães e Medeiros (2010), caracterizam-se pelo questionamento direto e pela coleta de informações, com todos os responsáveis pela empresa e pelo processo a fim de conhecer melhor o trabalho desenvolvido, as ferramentas utilizadas e as barreiras e dificuldades enfrentadas no dia a dia. Para dominar melhor esse contexto, foram realizadas visitas constantes, entrevistas, coleta de dados e informações, avaliação do ambiente e da planta, que contribuíram para a formulação da análise final do estudo.

O fluxograma apresentado na Figura 14, o qual delimita a sequência dos passos de forma mais ordenada, foi construído para facilitar o entendimento, compreensão e visualização das fases realizadas durante a interpretação e elaboração do estudo desenvolvido na empresa.

As etapas se iniciam com uma breve apresentação da empresa parceira, onde foram verificadas as principais características do sistema, que ofereceu sustentação para especificar todas as fases do processo produtivo, na construção dos móveis sob medida.

Para realizar a identificação do arranjo da empresa em questão, foi preciso iniciar a coleta de informações a partir do levantamento dos dados de entrada e listagem dos equipamentos e setores envolvidos no processo.

Essa etapa foi executada por meio da observação do sistema, entrevista com o responsável pela fábrica, bem como dos colaboradores que realizam as atividades.

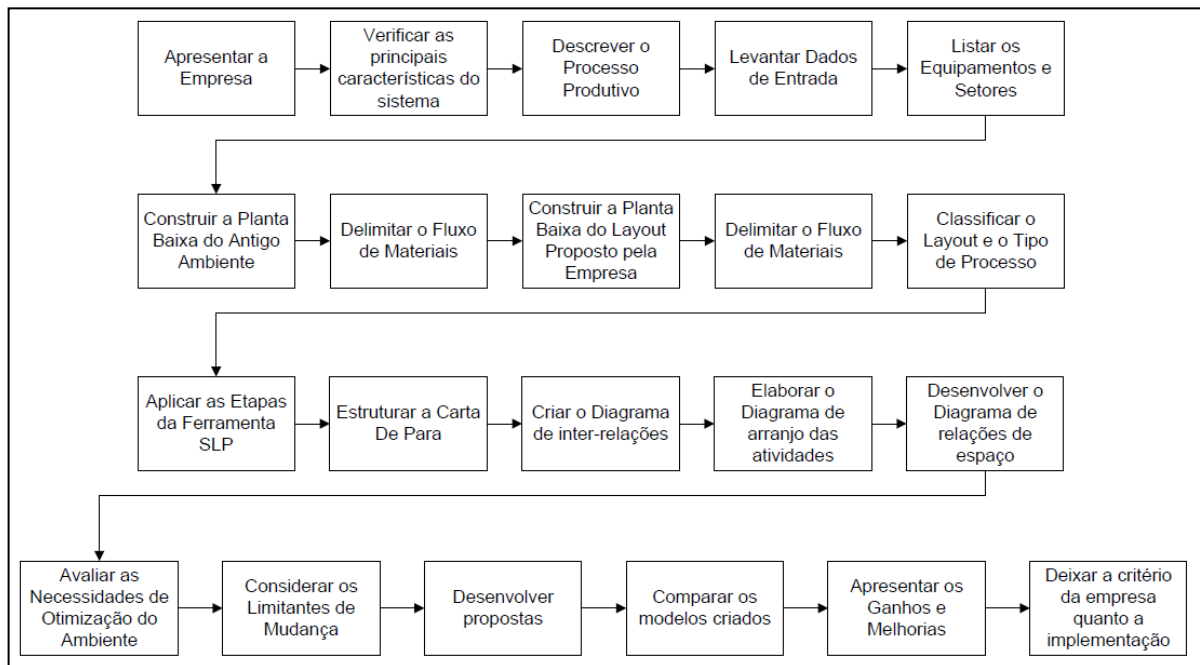


Figura 14 – Etapas da metodologia

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Seguindo a proposta do modelo de trabalho, a planta baixa com seus respectivos fluxos de materiais, do antigo ambiente e do layout pós-reforma, assim como os diagramas desenvolvidos na ferramenta SLP, foram construídos com o auxílio da ferramenta Microsoft Office Visio 2007.

A partir disso, o foco então se concentrou em diagnosticar as possíveis oportunidades de melhoria para elevar a eficiência e a produtividade, eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, os obstáculos encontrados no desenrolar da produção dos móveis sob medida.

Só assim foi possível observar as particularidades do conjunto produtivo, e então classificar o *layout* e o tipo de processo mais adequado para o sistema avaliado.

Quando os dados relacionados ao tipo de produto, quantidade produzida, roteiro, serviços e tempos já haviam sido coletados, surgiu à necessidade de determinar as principais ferramentas da metodologia SLP, sugeridas por Muther (1986), que foram aplicadas para resolver os problemas do ambiente com alterações no *layout*.

Conforme já descrito, nessa fase iniciou-se a utilização das ferramentas disponibilizadas pela metodologia do SLP. A primeira consiste no desenvolvimento da carta de para, na qual foram listados todos os centros de trabalho com a finalidade de coletar a frequência de movimentação entre os setores.

Pelo acompanhamento das etapas, o próximo passo foi a construção do diagrama de inter-relações, que demonstrou o grau de proximidade e a importância entre os setores. O diagrama de arranjo das atividades e dos espaços do ambiente envolveu a disposição dos setores e a afinidade entre as áreas de trabalho, de acordo com a necessidade de aproximação entre elas.

Por meio da montagem desses diagramas, foi possível avaliar quais eram as reais necessidades de otimização do local de estudo. Porém, para desenvolver as novas propostas de distribuição das máquinas e equipamentos no espaço disponível da maneira mais adequada, foi preciso considerar os limitantes de mudança estabelecidos conforme as exigências do proprietário.

Ao final do estudo, uma análise comparativa das proposições construídas foi realizada. O intuito foi de indicar os principais ganhos e melhorias para o ambiente produtivo, em que as sugestões apresentadas ficariam disponíveis, a critério da empresa quanto à implementação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de iniciar qualquer aplicação plausível para a correção dos problemas enfrentados pela empresa, é de extrema importância analisar o comportamento do sistema produtivo e classificar o arranjo físico. Sendo assim, nessa sessão, foram abordados pontos relevantes que contribuem para a caracterização do ambiente e, a partir da coleta de informações, os dados compilados foram utilizados para aplicar o SLP e criar alternativas que reduzam os obstáculos do processo de fabricação.

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O presente estudo foi desenvolvido em uma fábrica de móveis sob medida, localizada na área industrial de uma cidade no interior do Paraná. Por meio dos critérios de classificação de micro e pequenas empresas, a fábrica é considerada pelo SEBRAE (2006), pela quantidade de funcionários, de pequeno porte e atua no mercado há 21 anos.

De acordo com a gerência, em junho de 2016, a empresa contava com cerca de 40 colaboradores, que fabricam móveis de excelência na região, com os mais diversificados e qualificados tipos de materiais e dos mais variados modelos. A carteira de clientes da empresa é composta por pessoas físicas e jurídicas distribuídas por toda a região Sul do Brasil, além do Paraguai.

A fábrica de móveis planejados oferece ao cliente diversas opções, desde a realização do projeto no ambiente desejado até a entrega do móvel completo e a instalação no local.

Vale ressaltar que, no momento da pesquisa, a empresa, que possuía elevada quantidade de pedidos para produção, conciliava sua fabricação com uma reforma do ambiente. Vinculado a isso, o proprietário da fábrica desejava realocar as máquinas e equipamentos do espaço produtivo, delimitar as áreas corretas para movimentação e designar os insumos utilizados no processo para facilitar a locomoção interna e externa dos colaboradores.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo geral pode ser descrito conforme o fluxograma apresentado na Figura 15, que expõe as etapas realizadas para construção de qualquer tipo de móvel fabricado pela empresa parceira.

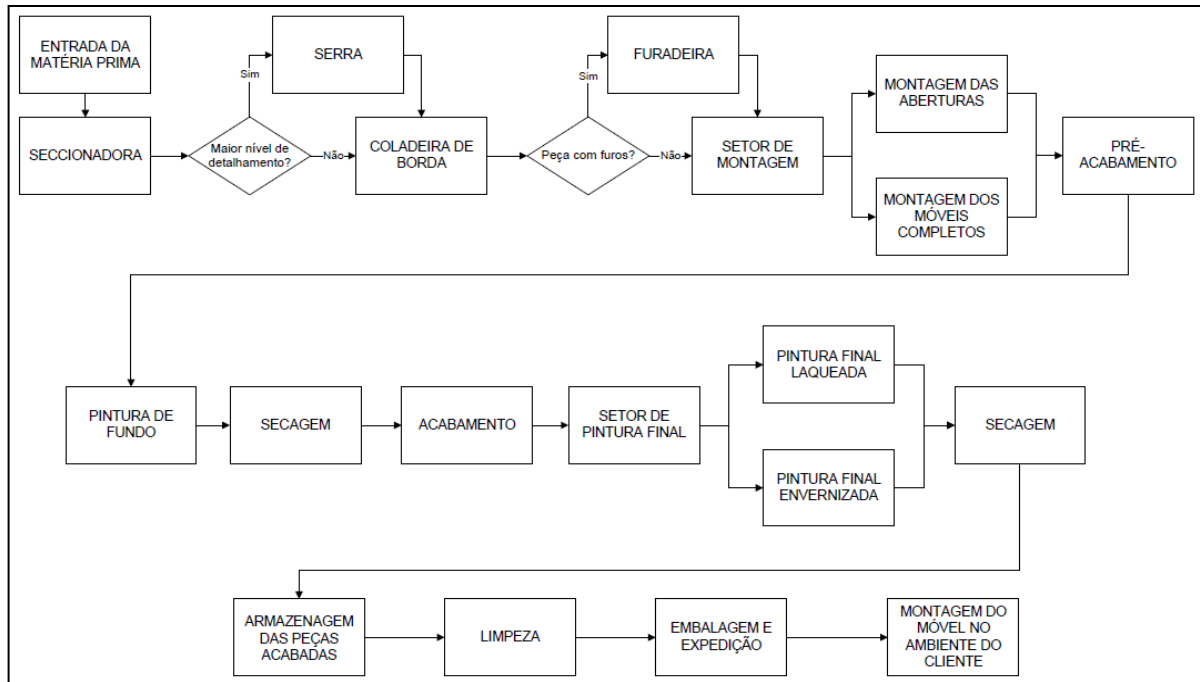


Figura 15 – Processo produtivo da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A partir da construção e organização do fluxograma, as etapas foram descritas de forma detalhada pelos tópicos presentes na sequência do estudo:

a) Entrada da matéria-prima: o fornecedor entrega as fórmicas de madeira e os painéis em MDF para a indústria moveleira, conforme pedido estabelecido de acordo com as encomendas feitas pelos clientes. A empresa de móveis sob medida costuma utilizar o MDF branco como padrão para a parte interna e para o fundo de todos os móveis fabricados.

b) Seccionar: a máquina utilizada nessa etapa é a seccionadora, que realiza os cortes padrões, sem nível de detalhamento ou angulação. O corte do material MDF é elaborado pelos projetistas da fábrica conforme o projeto pré-determinado pelo cliente. O projeto é então inserido numa sequência de programas utilizados para traduzir as informações necessárias para a linguagem da máquina. Com isso, os cortes são executados conforme elaboração e instruções do projeto.

É importante considerar que tanto madeiras com pintura quanto sem pintura necessitam passar por essa etapa e que todas as sobras das placas já cortadas são reaproveitadas e utilizadas quando necessárias para construir estruturas menores de um móvel.

c) Serrar: esse setor é destinado para os produtos que exigem um nível maior de detalhamento. Apesar de não possuir tanta segurança quanto à seccionadora, consegue cortar a madeira conforme o grau necessário para que a estrutura se encaixe no ambiente do consumidor.

d) Colar borda: nessa etapa, as coladeiras são aquecidas em 180° para realizar o acabamento da madeira, que cria uma borda em torno da chapa do móvel.

e) Furar: algumas peças passam por essa etapa em que ocorre a furação da estrutura para melhor encaixe do móvel e futura inserção de acessórios.

f) Montagem: na fábrica, existem dois processos de montagem: o setor de montagem das aberturas e o setor de montagem dos móveis completos, em que a estrutura final que será instalada no ambiente do consumidor ganha forma dentro da empresa. Nesse setor, os funcionários verificam todo o móvel, divisórias, rolamentos, portas, gavetas, prateleiras, posicionamentos, entre outras estruturas. Isso garante que o pedido do cliente esteja de acordo com o projeto que foi elaborado na indústria.

g) Pré-acabamento: os móveis são desmontados e levados para esse setor, onde é realizado um pré-acabamento com o uso da máquina lixadeira ou lixas e massas específicas que são passadas em cada peça individualmente.

h) Pintura de fundo e Secagem: etapa referente à pintura no fundo e no interior dos móveis. Depois de pintadas, as peças ficam 1 dia no setor de secagem.

i) Acabamento: nessa etapa, o móvel é lixado uma segunda vez. Em seguida, passa por um processo de verificação, em que é realizado o acabamento que prepara a peça para a pintura final.

j) Pintura final e Secagem: etapa final da produção. Nesse caso, o produto pode tanto ser laqueado, que consiste na utilização de uma tinta esmaltada, brilhosa, parecida com a de automóveis, quanto envernizado, que se refere a uma pintura que aumenta a resistência da madeira, sem retirar as suas características e cores originais. Ambas as opções resultam em um melhor acabamento e textura do móvel, que varia de acordo com o estilo do cliente. Depois da pintura, os móveis são armazenados no local por cerca de um dia, enquanto secam.

k) Armazenagem das peças acabadas: após a etapa final da produção e secagem completa, as peças dos móveis são então armazenadas nessa área e aguardam a data em que serão carregadas para entrega e montagem no local especificado pelo cliente.

l) Limpeza: a limpeza é realizada somente antes de o produto ser entregue ao comprador. Isso porque a área de estocagem não garante que os produtos fiquem completamente limpos, devido à movimentação e contato com outros produtos diariamente. Dessa forma, a empresa estabeleceu que esse procedimento de limpeza serve tanto para verificar qualquer descuido no armazenamento, como para retirar qualquer impureza ou cola que possa ter ficado saliente no produto e que passou despercebida na etapa de acabamento.

m) Embalagem e expedição: alguns produtos são embalados e carregados, enquanto outros são somente levados com cobertores, para proteger as estruturas até o momento da entrega para o consumidor. Geralmente, essa condição depende da distância que será percorrida durante o transporte. Como a empresa entrega móveis em toda a região, é preciso cuidado na transferência e manuseio das peças, para garantir que todas cheguem em perfeito estado.

n) Montagem do móvel no ambiente do cliente: a equipe especializada, juntamente com o marceneiro responsável, se direciona até o cliente para realizar a montagem dos móveis fabricados, conforme estabelecido no início do projeto.

Com a descrição completa do processo produtivo, é relevante destacar que todos os rejeitos produzidos pela fábrica referentes ao setor de pintura são recolhidos por uma empresa específica que se compromete a fazer o tratamento dos resíduos produzidos de forma correta, com o intuito de não gerar poluentes ou agredir o ambiente devido às condições de eliminação.

Durante a realização da pesquisa, o setor de produção não possuía centro de usinagem e centro de furação. Essas máquinas serão os próximos investimentos da empresa, previstos para o final de 2016.

O estoque da fábrica de móveis sob medida apresenta elevada variação, pois alguns pedidos exigem madeiras de materiais ou cores diferentes que não estão disponíveis na empresa. Esses produtos têm um custo elevado para o proprietário, pois nesses casos não é possível reaproveitar as sobras do material, o que acaba por elevar o preço final do móvel para o cliente.

4.3 DADOS DE ENTRADA

O portfólio de produtos (P) ofertados, desenvolvidos pela empresa, é bem diversificado e engloba móveis para o interior dos cômodos e aberturas de ambientes. Têm-se móveis tanto para cozinhas, quartos, escritórios, banheiros, salas e clínicas, divididos em estantes, gavetas, prateleiras, mesas, cadeiras, armários, bancadas, criados e camas, como aberturas para ambientes externos e internos, divididos em portas e painéis.

Na sequência, foram apresentados alguns modelos para exemplificar o tipo de trabalho desempenhado pela empresa parceira. Esses projetos foram fornecidos pelo próprio projetista responsável. Nas Figuras de 16 a 19, estão apresentados, respectivamente, projetos referentes a cozinhas, quartos, aberturas internas e externas, salas e escritórios. Cada projeto é único e apresenta características particulares, definidas por cada consumidor.



Figura 16 – Projetos de cozinhas fabricadas pela empresa
Fonte: Empresa parceira, 2016.

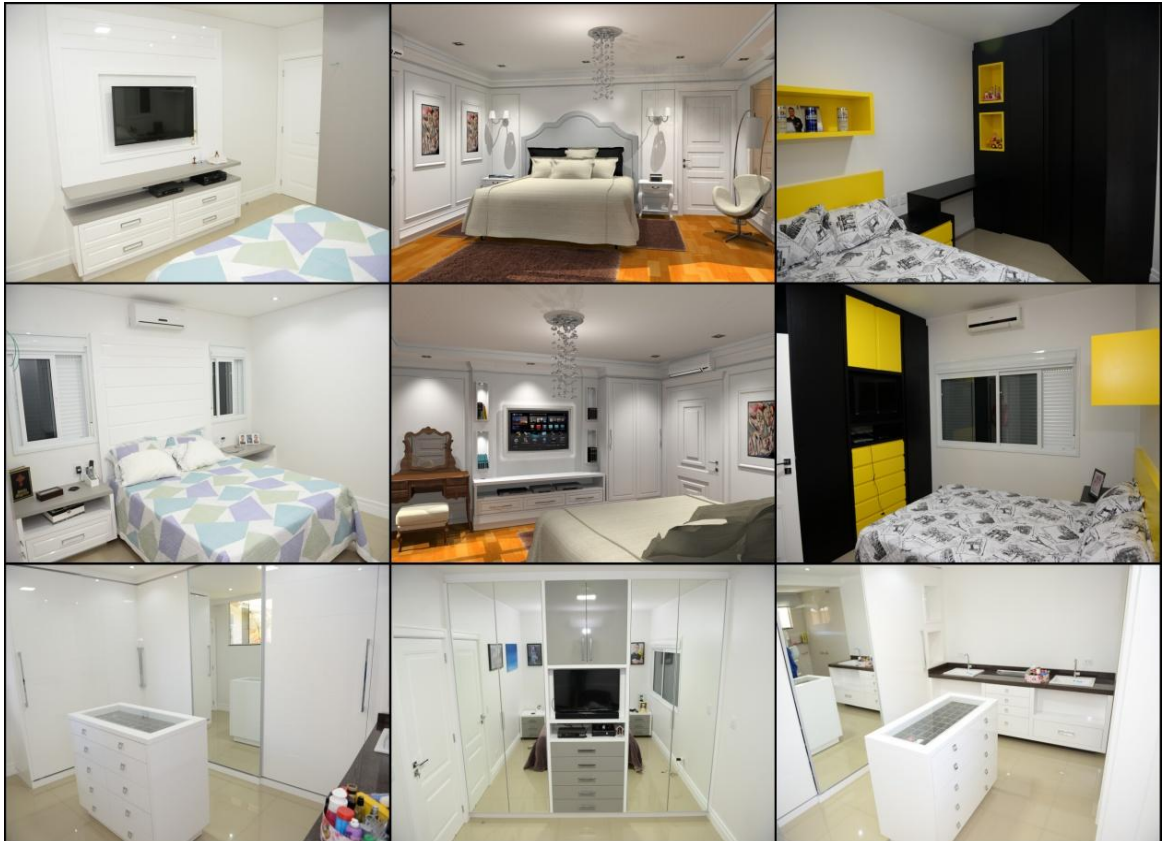


Figura 17 – Projetos de quartos e armários
Fonte: Empresa parceira, 2016.



Figura 18 – Projetos de portas e aberturas externas
Fonte: Empresa parceira, 2016.



Figura 19 – Projetos de estantes, salas e escritórios
Fonte: Empresa parceira, 2016.

Por se tratar de móveis sob medida, cada projeto é específico conforme o formato, dimensão do produto e ambiente do cliente. Por meio de uma conversa com o gerente da empresa, foi estabelecido que a quantidade (Q) produzida gira em torno de um projeto/cômodo completo, fabricado no tempo (T) variável de 20 a 60 dias, o que depende da complexidade do produto e do número de peças para a produção. Portanto, qualquer pedido pode variar entre o período mínimo e máximo pré-estabelecido, até o momento da entrega final.

Como exemplo, tem-se a descrição do processo produtivo de uma cozinha simples. Um móvel como esse pode levar cerca de três semanas para ser elaborado e entregue ao consumidor. As etapas de produção se dividem conforme representação da Tabela 1.

Tabela 1 – Delimitação do tempo necessário para produzir uma cozinha simples

ETAPAS	DURAÇÃO (DIAS)
Ajuste do projeto e do número de peças	1
Seccionar ou Serrar	2
Colar borda	2
Furar	2
Montagem completa	3
Desmontar	1
Pré-acabamento e lixação	1
Pintura do fundo	1
Secagem	1
Acabamento	1
Pintura envernizada ou laqueada	1
Secagem	1
Armazenamento	2
Limpeza	1
Expedição e montagem no ambiente final	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Considerando as etapas e a duração do sistema de produção, pode-se dizer que as peças passam por praticamente todos os processos. Por isso, o roteiro (R) pode então ser definido pelo fluxograma da sessão 4.2, na Figura 15, em que consta toda a explicação do processo produtivo e as etapas relevantes para a fabricação completa dos móveis da empresa.

Dando seguimento ao exemplo do sistema produtivo de uma cozinha simples, a carta de processos múltiplos do Quadro 8 foi desenvolvida para demonstrar como a ordem das operações são semelhantes. As peças da cozinha simples, divididas em portas, gavetas, armários, prateleiras e divisórias no geral, formam a ordem pela qual os produtos percorrem as operações.

OPERAÇÃO	Portas	Gavetas	Armários	Prateleiras	Divisórias
Pegar placas MDF	1	1	1	1	1
Seccionar	2	2	2	2	2
Serrar					
Colar borda	3	3	3	3	3
Furar	4	4			
Montagem das aberturas					
Montagem completa	5	5	4	4	4
Acabamento e Lixação	6 - 9	6 - 9	5 - 8	5 - 8	5 - 8
Pintura de fundo	7	7	6	6	6
Pintura final	10	10	9	9	9
Secagem	8 - 11	8 - 11	7 - 10	7 - 10	7 - 10
Estoque e Embalagem	12 - 14	12 - 14	11 - 13	11 - 13	11 - 13
Limpeza	13	13	12	12	12
Expedição	15	15	14	14	14
Montagem no ambiente final	16	16	15	15	15

Quadro 8 – Carta de processos múltiplos de uma cozinha simples

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Com o intuito de aprimorar a compreensão dos espaços disponíveis na fábrica de móveis sob medida e as necessidades de mudança, na Tabela 2, foi identificado cada equipamento e setor do processo, seguidos de sua quantidade, dimensão, área física e área de manuseio, ocupados no ambiente real.

Tabela 2 – Lista de equipamentos e setores do processo produtivo

Equipamento e Setores	Qtde.	Dimensões Físicas	Área Física	Dimensões de Manuseio	Área de Manuseio
Placas de MDF	1 placa 5 placas	2,75 x 1,83 m 13,75 x 1,83 m	5,03 m ² 25,16 m ²	3,00 x 2,00 m 15,00 x 2,00 m	6 m ² 34,0 m ²
Seccionadora SCM	1	5,20 x 5,50 m	28,60 m ²	6,20 x 8,25 m	51,2 m ²
Seccionadora ART MAQ	1	5,30 x 3,10 m	16,43 m ²	7,30 x 7,85 m	57,3 m ²
Serra INMES	1	5,00 x 1,10 m	5,50 m ²	9,75 x 5,85 m	57,0 m ²
Serra de Mesa Manual Invicta	1	4,20 x 5,00 m	21 m ²	8,95 x 9,75 m	87,3 m ²
Serra de mesa manual Invicta	1	4,00 x 2,30 m	9,2 m ²	8,75 x 7,05 m	61,7 m ²
Serra de Mesa Manual Invicta	1	4,00 x 0,50 m	2 m ²	8,75 x 5,25 m	45,9 m ²
Coladeira de borda SCM	1	4,10 x 1,30 m	5,33 m ²	8,85 x 6,05 m	53,5 m ²
Coladeira de Borda Manual TCR	1	3,00 x 0,95 m	2,85 m ²	7,75 x 5,70 m	44,2 m ²
Coladeira de Borda Manual TCR	1	1,20 x 0,95 m	1,14 m ²	5,95 x 5,70 m	33,9 m ²
Furadeira	1	4,20 x 1,30 m	5,46 m ²	6,20 x 6,05 m	37,5 m ²
Furadeira	1	4,10 x 1,00 m	4,1 m ²	6,10 x 5,75 m	35,1 m ²
Lixadeira	1	3,90 x 1,90 m	7,41 m ²	5,90 x 6,65 m	39,2 m ²
Mesas para Acabamento	8	2,00 x 1,00 m	16 m ²	5,75 x 4,75 m	218,5 m ²
Pintura de Fundo	1	3,50 x 1,30 m	4,55 m ²	5,50 x 5,05	27,8 m ²
Pintura Final ARDI	1	5,00 x 2,10 m	10,5 m ²	6,00 x 5,85 m	35,1 m ²
Setor de Secagem	2	X	X	6,00 x 6,00	36,0 m ²
Setor de Montagem das Aberturas	1	X	X	12,00 x 5,00 m	60,0 m ²
Setor de Montagem Completa dos Móveis	2	X	X	12,00 x 15,00 m 12,00 x 10,00 m	300,0 m ²
Mesas para Limpeza	2	2,00 x 1,00 m	2 m ²	5,75 x 4,75 m	54,6 m ²
Estoque/Embalagem/Área de Expedição	1	X	X	13,00 x 15,00 m	195,0 m ²
TOTAL	30	X	172,26 m²	X	1564,80 m²
Área do Terreno	X	X	X	X	3080 m²
Área Construída	X	X	X	X	2058 m²

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Os valores, em metros, descritos na Tabela 2, são baseados na estrutura real e foram coletados diretamente da empresa parceira. As medidas foram tomadas para facilitar as etapas seguintes do SLP e indicar o efetivo espaço ocupado no ambiente. A partir da listagem, quantificação e dimensionamento dos setores e equipamentos, os cálculos da área física, foram realizados.

Para elaborar as dimensões de manuseio foram adicionadas, nas medidas iniciais, os valores de 2,75 m para os locais onde as placas de MDF são manuseadas e 1 m em cada lado, que representa o espaçamento entre as máquinas ou setores. Com essas informações, a área de manuseio pôde então ser calculada.

A empresa possui outros departamentos, como o setor de compra, venda financeiro, RH, projetos, sala de arquivos, almoxarifado, recepção e gerência do local, que fornecem serviços de suporte (S) para o sistema produtivo, que, por sua vez, é de responsabilidade do proprietário e do gerente de produção.

Esses setores não foram considerados nessa pesquisa, pois, com a reforma prevista pelo dono do local, esses departamentos não influenciam no processo de fabricação e estarão localizados no segundo andar da empresa.

Os banheiros que ficam na área de produção atendem as necessidades dos funcionários e não serão modificados, sendo assim, é dispensável considerá-los para a análise e estruturação do arranjo físico.

A cabine de pintura de fundo é um dos setores do processo produtivo que não foi objeto a ser modificado. A estrutura foi construída e fixada no chão da fábrica e, de acordo com o proprietário, além de não impedir o fluxo de produção, atende a demanda e os requisitos do processo. Por esse motivo, essa etapa também não será julgada na elaboração do *layout*.

Por decisão da alta administração da empresa de móveis sob medida, ficou acordado que a seccionadora automática também não seria alterada de local, devido à sua estrutura, que conta com grades de proteção, e pelo fato de já estar bem localizada de acordo com a necessidade do sistema de operação.

Por fim, o Quadro 9 foi formulado, com o intuito de resumir as diversas informações que foram coletadas para estruturar todos os dados de entrada necessários para o estudo.

DADOS DE ENTRADA	DESCRIÇÃO
PRODUTO (P)	Móveis tanto para cozinhas, quartos, escritórios, banheiros, salas e clínicas, divididas em estantes, gavetas, prateleiras, mesas, cadeiras, armários, bancadas, criados e camas, como aberturas para ambientes externos e internos, divididos em portas e painéis.
QUANTIDADE (Q)	Como os móveis são sob medida, cada projeto é específico conforme o formato, a dimensão do produto e o ambiente do cliente. Assim, foi estabelecido que a quantidade é calculada a cada projeto/cômodo completo.
ROTEIRO (R)	Considerando as etapas e a duração do sistema de produção, pode-se dizer que as peças passam por praticamente todos os processos. Por isso, para o caso, o próprio fluxograma representa o roteiro.
SERVIÇO DE SUPORTE (S)	Setores de compra, venda, financeiro, RH, projetos, sala de arquivos, almoxarifado, recepção e gerência do local.
TEMPO (T)	Fabricação gira em torno de 20 a 60 dias, o que depende da complexidade do produto e do número de peças para produção.

Quadro 9 – Resumo dos dados de entrada

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Os respectivos dados de entrada P, Q, R, S e T, que foram descritos no Quadro 9, recapitulam de forma rápida, facilitam a visualização e servem como complemento de todo o conteúdo reunido na sessão 4.3.

4.4 REPRESENTAÇÃO DO ANTIGO *LAYOUT* DA EMPRESA

Desde o início do projeto, com a realização das primeiras visitas, observação do ambiente e conversas com o proprietário da empresa parceira, o arranjo físico foi sendo construído. O intuito principal era avaliar cada alteração na planta que o proprietário pretendia transformar com o desenvolvimento da reforma prevista, que seria executada durante a prática do estudo.

Em vista disso, o *layout* inicial foi esboçado (Figura 20). Como pode ser verificado, o desenho da planta baixa apresenta a distribuição das máquinas, equipamentos, materiais, matéria-prima, corredores, entrada e saída de pessoas, aberturas, divisórias do local, banheiros, área da administração, expedição e até a dimensão total do terreno para facilitar a representação do espaço. A Figura 20 foi originada com base nas dimensões reais do local, conforme indicado na escala.

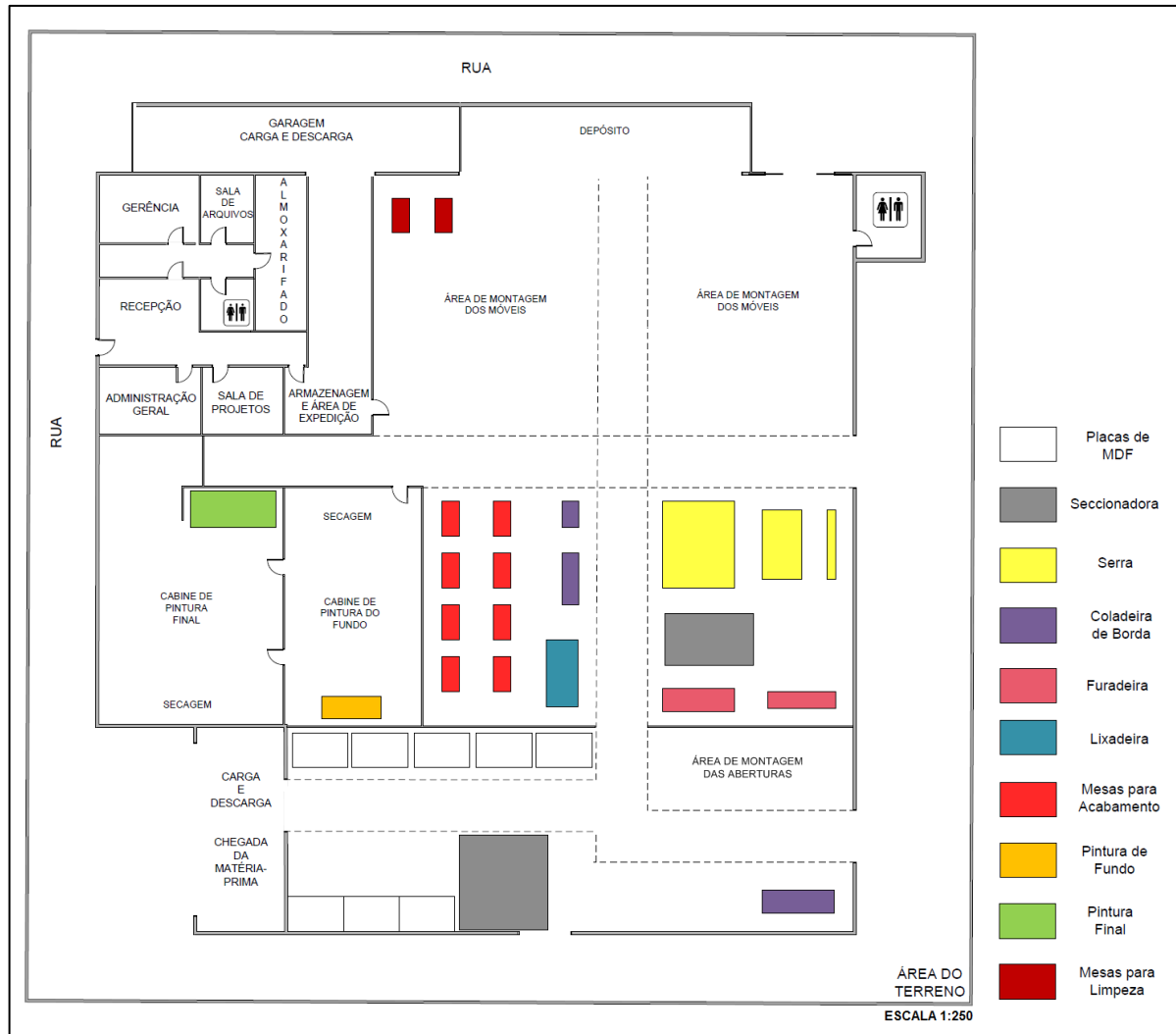


Figura 20 – Planta antiga do arranjo físico da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

A planta inicial apresenta um elevado número de divisórias, o que dificulta a movimentação e transferência de um setor até o outro. Nota-se que, nesse primeiro esquema, muitas máquinas com funções semelhantes, assim como as áreas comuns de montagem e secagem não estão concentradas em um local da empresa, o que aumenta o fluxo de transporte dos materiais, das ferramentas e do produto.

Com o auxílio da legenda inserida na Figura 20, ficam evidentes quais as principais máquinas e setores utilizados para a fabricação dos móveis. A divisão é feita em seccionadora e serra, para o corte das placas iniciais; coladeira de borda, furadeira, lixadeiras e mesas, para acabamento, em que são realizados o pré e o acabamento final das peças; as cabines de pintura de fundo e de pintura final; as mesas para limpeza; e a área da montagem, que não utiliza máquinas específicas, mas que é essencial para finalizar o processo e montar o móvel final do cliente.

4.5 PROPOSTA DA EMPRESA PARA O NOVO ARRANJO FÍSICO PÓS-REFORMA

Em vista do crescimento no setor, dos problemas enfrentados e da dificuldade para fabricar os móveis no ambiente produtivo, a empresa resolveu conciliar uma reforma do ambiente com a produção dos pedidos de móveis dos clientes. A partir dessa decisão, e concomitantemente à aplicação e desenvolvimento da pesquisa, a fábrica apresentou um esboço do planejamento elaborado para realizar as mudanças do espaço e eliminar alguns dos obstáculos, apresentados conforme a planta da Figura 21.

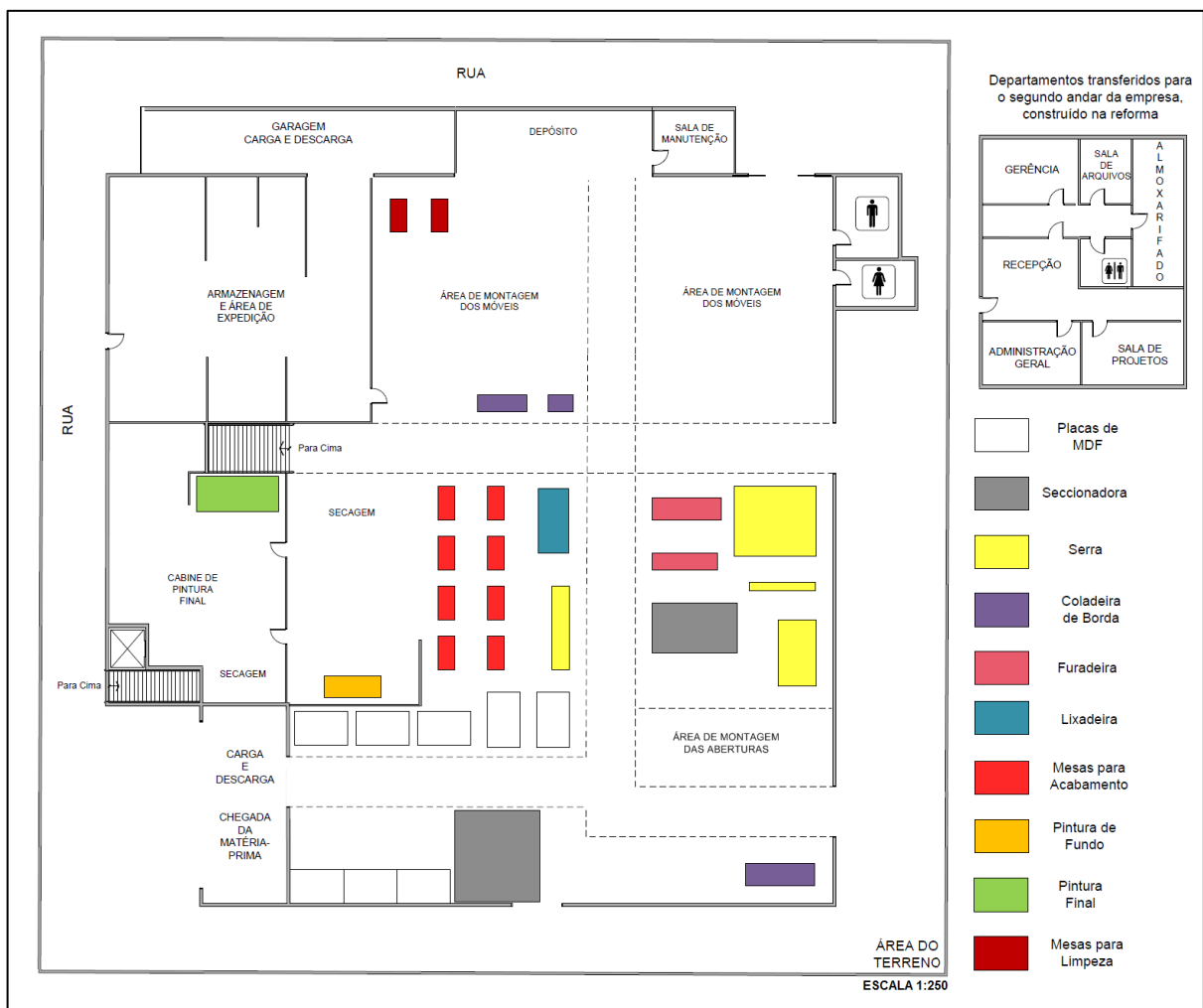


Figura 21 – Sugestão da empresa para o arranjo físico pós-reforma
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Pela comparação do arranjo físico inicial da Figura 20 e do arranjo proposto da Figura 21, nota-se que diversas alterações foram programadas para o novo ambiente da empresa.

Com a reforma, um segundo piso foi construído para melhor distribuição dos departamentos e setores de suporte envolvidos no local. Duas escadas foram adicionadas, uma na área interna e outra na área externa, com acesso ao segundo andar. O depósito foi dividido e uma sala de manutenção, incorporada à planta para realizar pequenos consertos nas ferramentas, equipamentos e até nas máquinas, quando necessário. O banheiro, que antes era para uso comum aos trabalhadores da fábrica, foi ampliado e dividido em masculino e feminino.

A cabine de pintura de fundo não ficou mais completamente fechada. As divisórias tanto inferior quanto parte da lateral direita não foram removidas, justamente para evitar que a tinta ficasse em contato com a matéria-prima e com outras máquinas do processo. A cabine de pintura final cedeu parte do seu espaço para a instalação da escada externa e do futuro elevador, planejados pela empresa, porém, pela observação da amplitude do ambiente, isso não prejudicou o desempenho da atividade desenvolvida no local.

Na proposta sugerida pela empresa, quase todas as máquinas foram distribuídas conforme sua função e aproximadas umas das outras. Outras, no entanto, foram realocadas de acordo com a necessidade que o proprietário da empresa julgou adequada. Sem as divisórias dos antigos departamentos de suporte, o setor de expedição se tornou mais amplo, o que visivelmente facilita a estocagem, a embalagem, o transporte e a trajetória do produto, assim como a movimentação dos materiais e colaboradores no novo ambiente.

4.6 CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E DO NOVO *LAYOUT*

Para classificar e definir o arranjo físico, foram realizadas visitas e observações com o objetivo de compreender a disposição dos objetos no ambiente. Pela representação da Figura 21, nota-se que nem todas as máquinas equivalentes foram aproximadas no mesmo local. Mesmo assim, para o caso em questão, o *layout* mais apropriado para classificar o sistema produtivo é considerado funcional ou por processo. Isso se deve à distribuição aproximada, no chão de fábrica, da maioria das máquinas e equipamentos que foram agrupados de acordo com a função e semelhança.

Em geral, esse tipo de arranjo é compatível para atividades do ramo de móveis sob medida. De acordo com Moreira (2011), isso se deve ao fato dos produtos fabricados possuírem elevada variação conforme as alterações nos projetos de cada cliente.

As medidas de áreas e equipamentos utilizados do sistema produtivo foram feitas de acordo com dimensões reais, a partir dos valores indicados na Tabela 2, para a estruturação do *layout* presente no momento da pesquisa. Cada máquina, com sua respectiva cor, áreas de montagem, pinturas e serviços de suporte, foi identificada e representada nas Figuras 20 e 21 para facilitar o entendimento e a compreensão da distribuição real das atividades no local.

Como a empresa estava em reforma durante a realização do estudo, dois arranjos foram criados. Na Figura 20, vê-se o *layout* das primeiras visitas e observações do ambiente produtivo e, na Figura 21, o arranjo sugerido pela empresa, após parte das modificações realizadas, o que pôde ser acompanhado durante as visitas finais para a formulação do trabalho.

O processo produtivo pode, assim, ser considerado por tarefa (*jobbing*), pois, mesmo com elevado volume, o produto é exclusivo e pode se mover ao longo do processo. Dessa forma, por considerar que a produção é de móveis sob medida, cada projeto e conjunto de peças final são diferentes, baseados nas exigências, no pedido e no projeto requerido pelo cliente.

4.7 FLUXO DO PROCESSO DO ANTIGO *LAYOUT* DA EMPRESA

Murther (1978) estabelece que a análise do fluxo envolvido no processo é de extrema importância para criar uma sequência adequada de movimentação do produto. O objetivo principal é de equilibrar o sistema e evitar cruzamentos, desvios, voltas e retornos desnecessários.

Para identificar os obstáculos do setor produtivo, foi preciso inicialmente, a partir do esboço da antiga planta baixa, delimitar o fluxo que as peças percorriam no sistema de produção (Figura 22), quando a empresa ainda não havia iniciado o processo de reforma.

Na Figura 22, as setas coloridas foram utilizadas para indicar a quantidade, direção e a sequência das atividades a partir da máquina ou setor de saída. Já as setas pretas serviram para interligar funções ou departamentos que não tinham uma cor específica, de acordo com a legenda estabelecida.

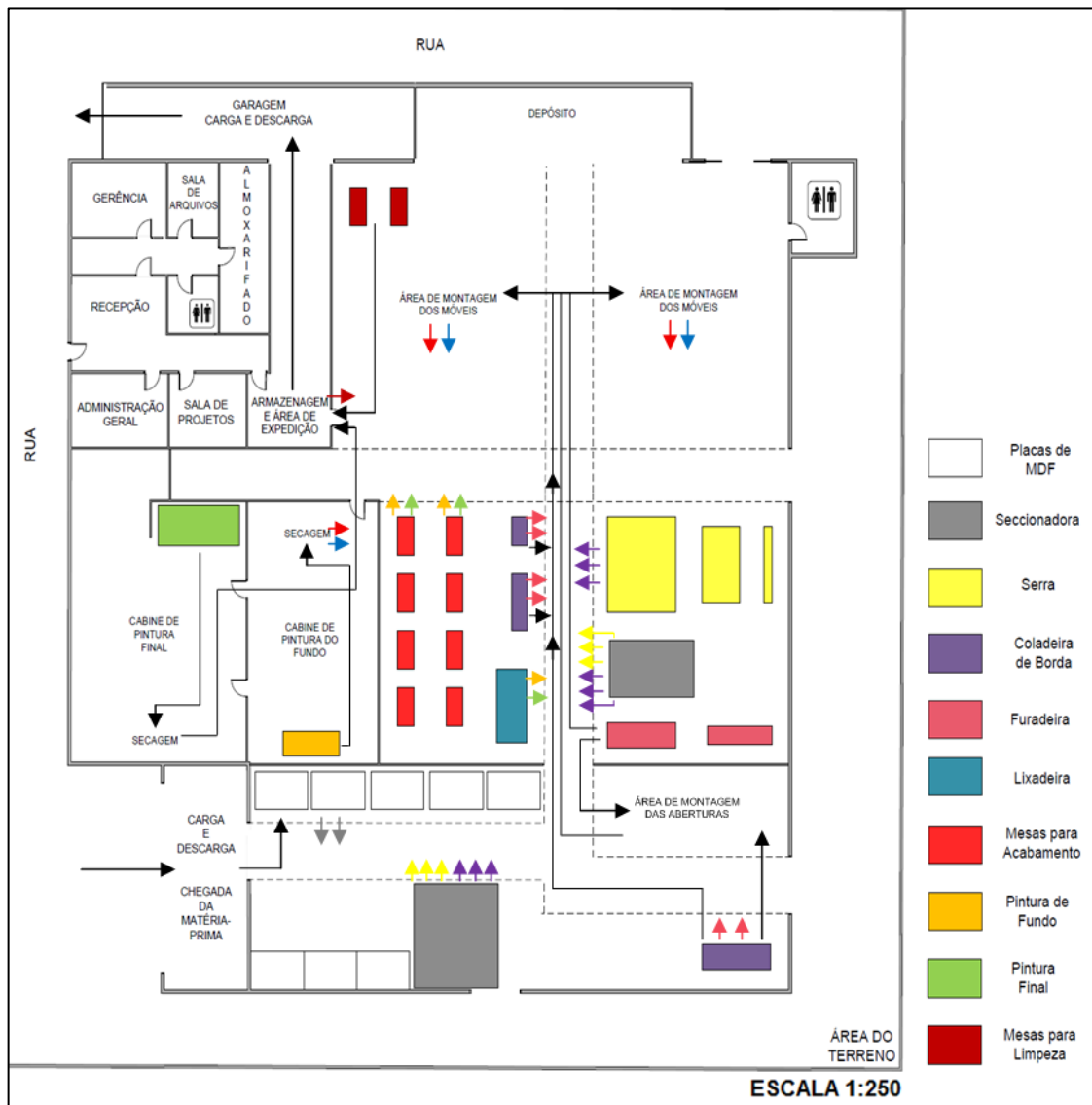


Figura 22 – Fluxo de produção da antiga planta da empresa
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Pela interpretação da Figura 22, percebe-se que o fluxo ocorre de forma desordenada, o que dificulta definir a direção correta do transporte dos materiais até os setores de produção. As divisórias presentes na planta, a quantidade excessiva de portas e a distância entre as máquinas e áreas semelhantes são obstáculos visíveis, bem como os cruzamentos, desvios e retornos entre os departamentos disponíveis no espaço.

4.8 FLUXO DO PROCESSO PÓS-REFORMA SUGERIDO PELA EMPRESA

O fluxo do processo da nova planta proposta pela empresa, pós-reforma, foi inserido no esboço, conforme pode ser visto na Figura 23.

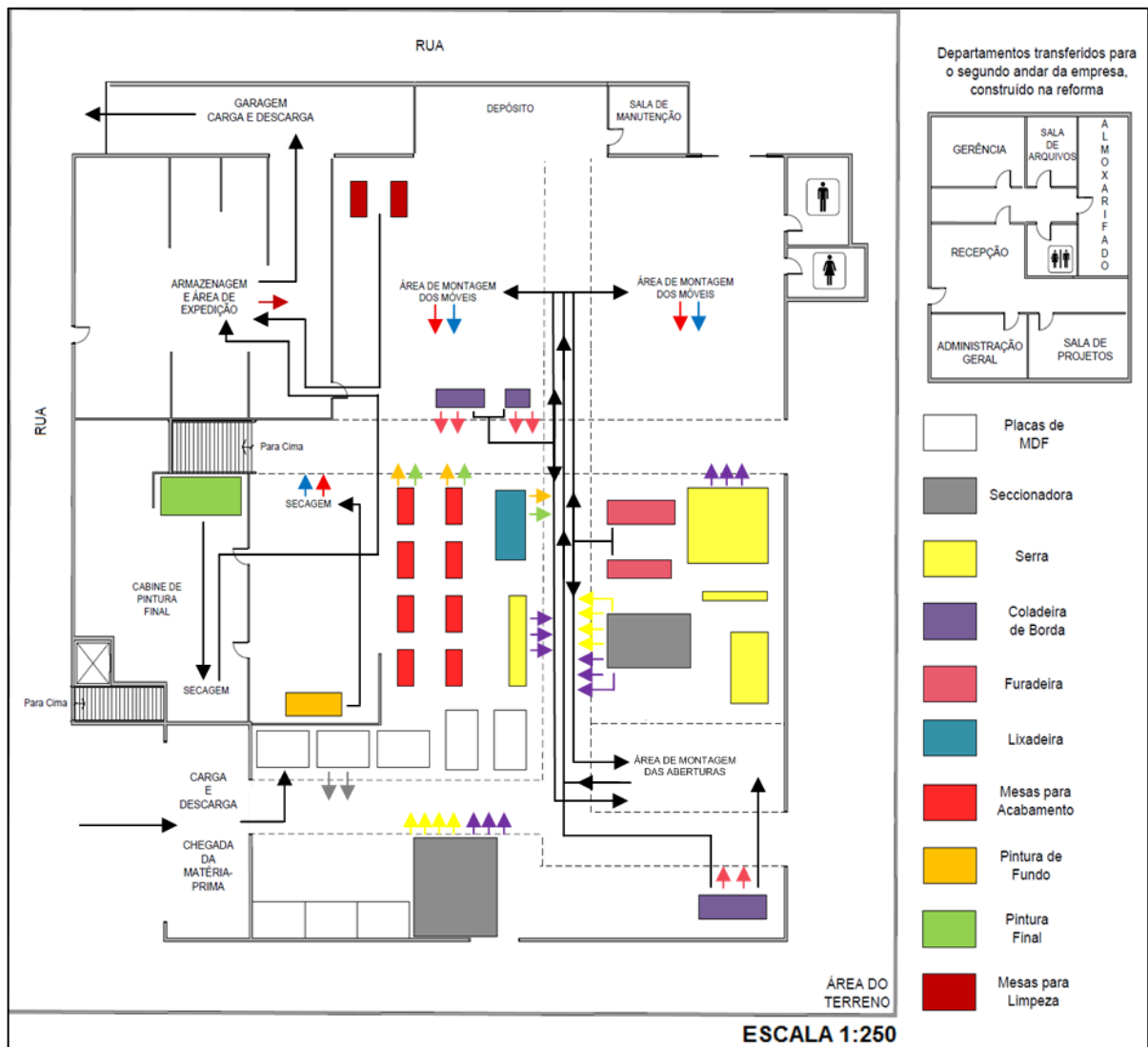


Figura 23 – Fluxo de produção da nova planta sugerida pela empresa pós-reforma
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Apesar da oscilação presente no processo produtivo, que varia conforme os projetos requisitados pelos consumidores, a distribuição das etapas para a construção dos móveis é semelhante. Isso facilita a ordenação das máquinas e equipamentos, pois, na maioria das vezes, os produtos percorrem todos os setores até a completa finalização para montagem e entrega ao cliente.

O processo produtivo representado na Figura 15 serviu de base para descrever o comportamento dos fluxos de produção tanto da Figura 22 quanto da Figura 23. As setas coloridas e pretas distribuídas na Figura 23 usaram do mesmo princípio da Figura 22.

Dessa forma, pela comparação dos fluxos distribuídos nas Figuras 22 e 23, é inevitável que a nova planta sugerida pelo proprietário apresente vantagens visíveis. Percebe-se que as modificações feitas no período da reforma já contribuem positivamente para a melhoria do fluxo e do posicionamento do espaço, principalmente devido à redução das divisórias no ambiente. Porém, vale ressaltar que algumas máquinas continuam distantes umas das outras e nem todas as áreas foram completamente aproximadas, o que faz com que a movimentação possa ainda ser otimizada e os cruzamentos, reduzidos.

4.9 APLICAÇÃO DAS ETAPAS DA FERRAMENTA SLP

Para a elaboração do estudo, pesquisa e aplicação de ferramentas na estruturação do processo, o SLP (*Systematic Layout Planning*), sugerido por Muther (1986), foi utilizado como base para a análise e o desenvolvimento de uma nova proposta de arranjo físico da empresa parceira. O objetivo se concentra em aprimorar o sistema produtivo, reduzir o fluxo e aumentar a eficiência e a produtividade dos colaboradores, por meio de modificações no ambiente.

4.9.1 Carta De Para

A primeira etapa para aplicação da ferramenta SLP é a composição da Carta De Para, atrelada às respectivas distâncias, com medidas expressas em metros entre os setores e equipamentos, representados pelo Quadro 10. Para essa elaboração, foi utilizado o ambiente produtivo proposto pela empresa após a reforma (Figura 21).

DE	PARA																	
	Placas MDF	Seccionadora Automática	Seccionadora Manual	Serra Automática	Serras Manuais	Coladeira de borda Automática	Coladeiras de borda Manuais	Furação	Montagem das Aberturas	Montagem Completa	Lixação	Acabamento	Pintura de fundo	Secagem da Pintura de Fundo	Pintura final	Secagem da Pintura Final	Limpeza	Estoque/Embalagem/Expedição
Placas MDF	X	12	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seccionadora Automática	-	X	-	20	28	23	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seccionadora Manual	-	-	X	05	07	18	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Serra Automática	-	-	-	X	13	27	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Serras Manuais	-	-	-	13	X	35	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coladeira de borda Automática	-	-	-	-	-	X	-	34	09	51	-	-	-	-	-	-	-	-
Coladeiras de borda Manuais	-	-	-	-	-	-	X	16	29	16	-	-	-	-	-	-	-	-
Furação	-	-	-	-	-	-	-	X	22	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Montagem das Aberturas	-	-	-	-	-	-	-	-	X	35	19	31	-	-	-	-	-	-
Montagem Completa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	20	24	-	-	-	-	-	-
Lixação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	08	25	-	34	-	-	-
Acabamento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08	X	17	-	26	-	-	-
Pintura de Fundo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	10	-	-	-	-
Secagem da Pintura de Fundo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	07	-	X	-	-	-	-
Pintura final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	09	-	-
Secagem da pintura Final	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	35	37
Limpeza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	21
Estoque/Embalagem/Expedição	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	X

Quadro 10 – Carta de/para

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Com a coleta de dados, listagem das máquinas e setores do sistema produtivo retratados no Quadro 10, foi possível mensurar as distâncias entre as áreas de produção da empresa. Para efetuar as medidas, foram utilizados somente setores que se relacionam entre si.

4.9.2 Diagrama de Inter-Relações

Dando continuidade as fases do SLP, tem-se, na sequência, a aplicação do diagrama de inter-relações, de acordo com a representação da Figura 24. Para esse caso, foram utilizados somente os setores, placas de MDF, máquinas e suas respectivas quantidades envolvidas no processo produtivo da empresa parceira.

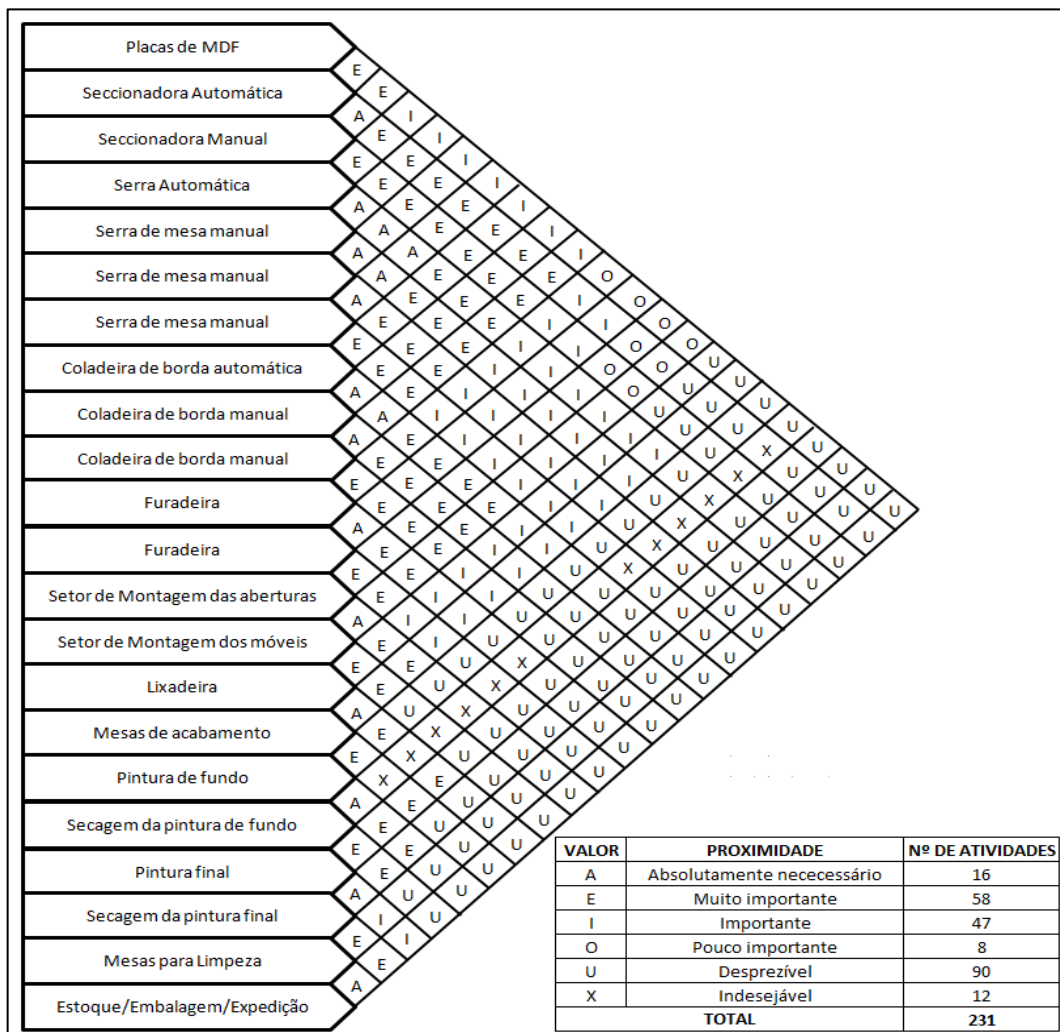


Figura 24 – Diagrama de inter-relações
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Como pode ser observado na Figura 24, o diagrama demonstra a importância e a relação de proximidade entre os setores. Essa etapa coopera para o desenvolvimento das atividades preferenciais, o que auxilia no planejamento do fluxo de materiais e na movimentação dos funcionários no cenário produtivo.

Para esclarecer a disposição dos valores A, E, I, O, U, X do diagrama da Figura 24, é preciso compreender a disposição das 22 operações, subdivididas em setores e equipamentos, para então estabelecer a dependência entre eles.

Os departamentos e máquinas do mesmo conjunto foram classificados com a letra A. A letra E, foi mencionada, quando a relação era sequencial, ou seja, para etapas sucessoras e predecessoras no sistema produtivo. Já a letra I, fez referência às áreas que ocupavam o mesmo ambiente no caso do sistema produtivo e não possuíam divisórias entre si. As letras O e U, respectivamente, serviram para relacionar setores que tinham pouca importância de proximidade ou que eram desprezíveis entre si.






O setor de secagem de fundo foi classificado com a letra X. Essa relação foi estabelecida, pois não existe razão para deixar as peças que estão sendo secas expostas aos resíduos gerados pelos setores de acabamento, lixação, montagem, furação, serra e seccionadora.

O setor de pintura de fundo, pintura final, secagem da pintura final, mesas para limpeza, estoque, embalagem e expedição tiveram classificações tipo U, pois são etapas isoladas, parcialmente isoladas ou separadas por divisórias do sistema produtivo geral. Por consequência, isso não influenciava diretamente no processo, portanto, podem ser consideradas como desprezíveis, ou seja, quando a relação não possui nenhuma intervenção no sistema.

4.9.3 Diagrama de Arranjo das Atividades

A terceira etapa do SLP é conhecida como o diagrama de arranjo das atividades e foi elaborada a partir da listagem das 22 operações referentes ao diagrama de inter-relações. Para construção do esboço, os postos foram numerados e representados por símbolos específicos e empregados de acordo com cada tipo de atividade.

Com o intuito de minimizar a dificuldade de visualização causada pela quantidade de linhas interligadas que atravessam o diagrama, foi estabelecida uma legenda particular no Quadro 11 para melhor representar a conexão existente entre os setores.

VALOR	TIPO DE LINHAS	GRAU DE PROXIMIDADE	CÓDIGO DE CORES
A		Absolutamente necessário	Vermelho
E		Muito importante	Roxo
I		Importante	Verde
O		Pouco importante	Azul
U		Desprezível	Em branco
X		Indesejável	Laranja

Quadro 11 – Legenda para construção do diagrama de arranjo das atividades
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Mediante a configuração da legenda do Quadro 11, a sugestão para o diagrama de arranjo das atividades foi sendo construída por etapas (Figura 26).

As linhas foram adicionadas conforme o grau de proximidade, sendo: primeiramente, as vermelhas, que indicam uma relação absolutamente necessária entre os setores; posteriormente, as linhas roxas, que fazem associação entre as áreas que possuem muita importância; depois, as verdes, que expressam aqueles que são somente importantes entre si. Quando a relação é desprezível, não existe nenhuma conexão. Porém, quando houver linhas alaranjadas e pontilhadas, o vínculo é totalmente indesejável entre os centros de trabalho.

Ainda para reduzir o número de ligações entre as áreas semelhantes ou que possuem maior grau de importância, as linhas vermelhas foram empregadas como eixo principal de união, conforme demonstração da Figura 25.

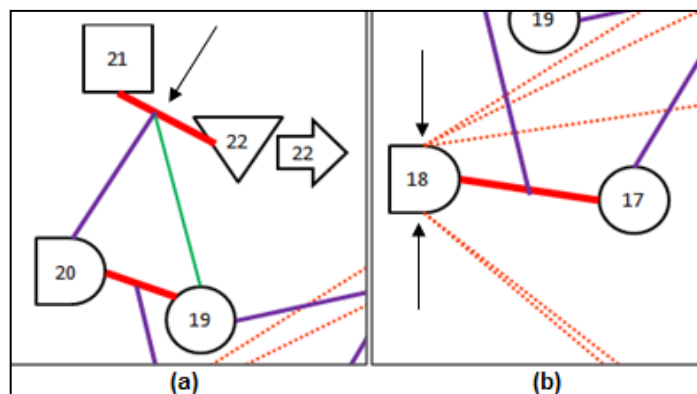


Figura 25 – Representação das linhas de ligação entre as áreas
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Portanto, a partir dessas linhas, foram feitas as conexões pertencentes às demais cores de linhas, ou seja, quando ambos os setores interligados pela linha vermelha tinham relação de importância com os outros setores, a conexão partia do centro da linha vermelha (Figura 25a). Algumas conexões foram feitas sem utilizar essa relação, com saída de forma singular diretamente da atividade (Figura 25b).

Tem-se, por fim na Figura 26, a disposição das linhas que foram definidas anteriormente para compor o diagrama de arranjo das atividades.

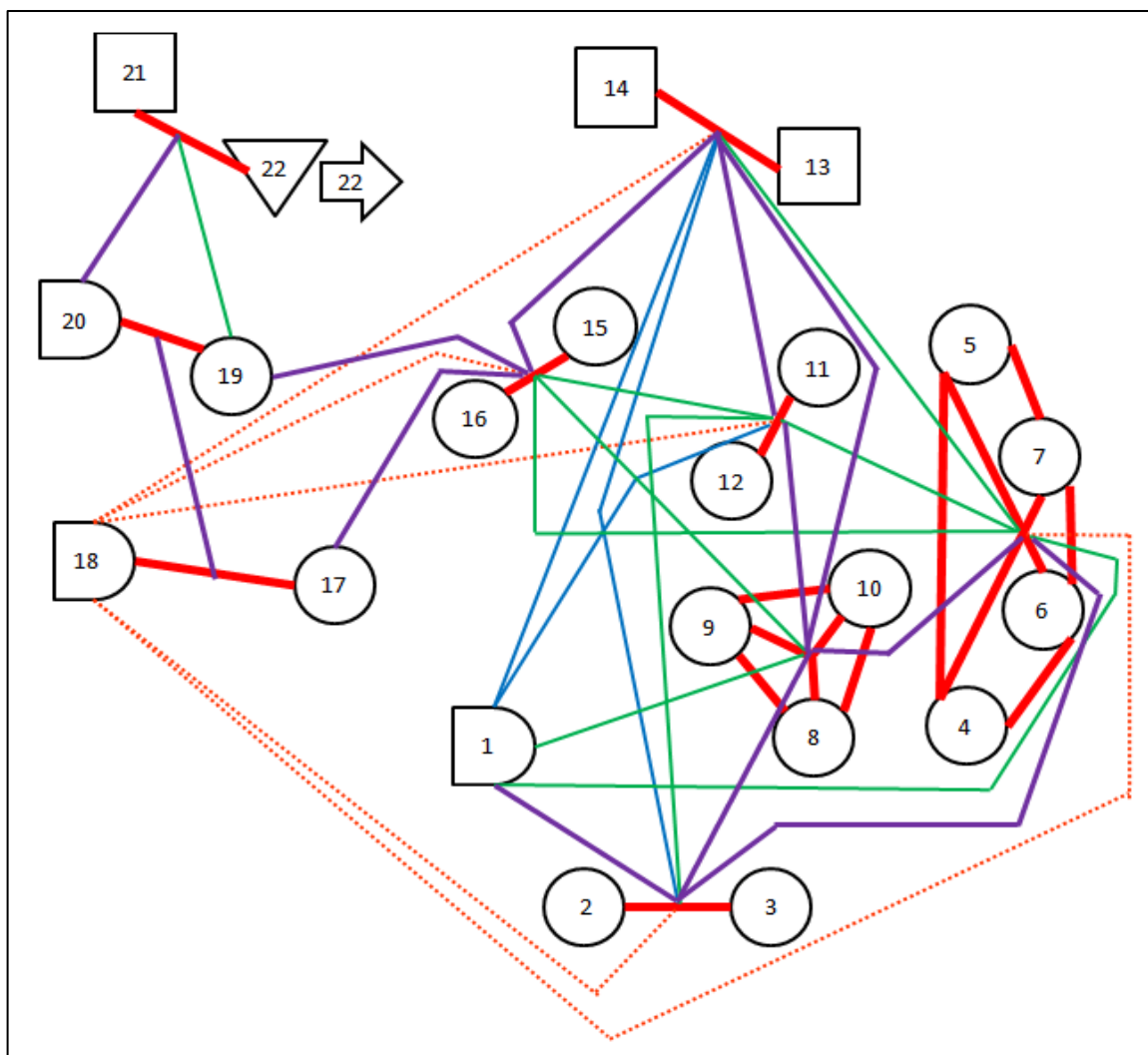


Figura 26 – Diagrama de arranjo das atividades
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Como pode ser visualizado na Figura 26, no diagrama de arranjo das atividades não foram consideradas as divisórias pertencentes ao ambiente real. Porém, após concluir a distribuição das linhas entre as 22 operações, pode-se dizer que a terceira etapa de aplicação do SLP foi dada por encerrada.

4.9.4 Diagrama de Relações de Espaço

Dando continuidade à elaboração da quarta fase do SLP, foi desenvolvida, na Figura 27, a representação do diagrama com relação aos espaços reais, sem considerar as presentes divisórias. O tamanho faz referência às necessidades de manuseio das atividades no ambiente e não da área física ocupada na planta.

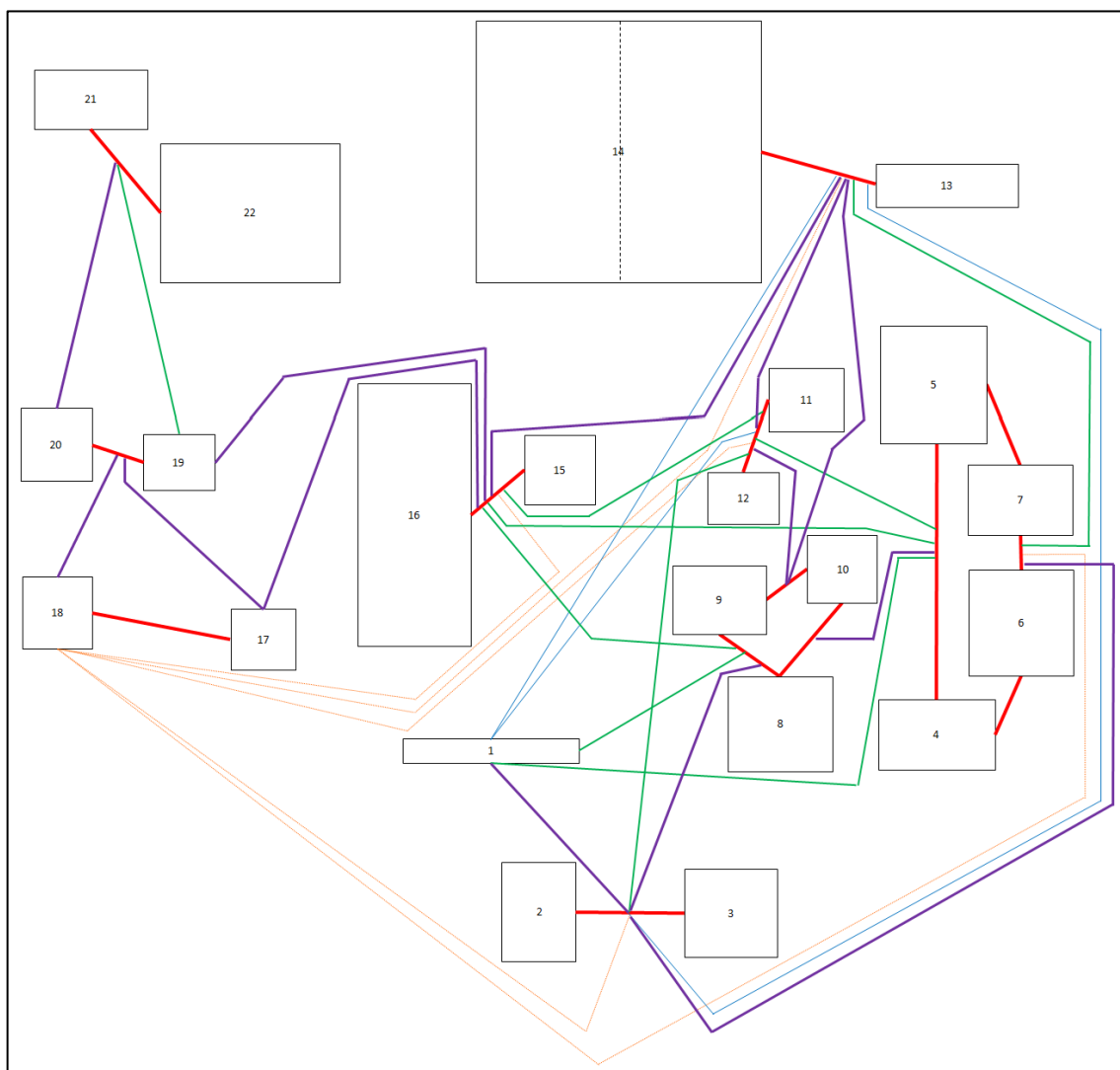


Figura 27 – Diagrama de relação de espaço
Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

O diagrama da Figura 27 foi formulado a partir da legenda do Quadro 11, seguindo o mesmo princípio utilizado na representação das linhas entre as áreas da Figura 25.

4.10 ANÁLISE DAS NECESSIDADES E SUGESTÕES DE MUDANÇA

Por meio da avaliação da situação antiga da empresa (Figura 20) e a proposta de melhoria sugerida com a aplicação da reforma (Figura 21), percebeu-se a necessidade de alteração em relação à disposição dos espaços, na aproximação das máquinas e setores equivalentes, nas áreas de circulação e no acúmulo no fluxo produtivo. Por isso, algumas recomendações com relação às mudanças no sistema foram indicadas com o intuito de corrigir as falhas presentes no processo.

Considerando as características do sistema produtivo, o *layout* foi classificado como funcional. Contudo, nota-se que tanto no arranjo físico antigo (Figura 20) quanto no sugerido pela empresa (Figura 21), nem todas as máquinas que desempenham a mesma função estão localizadas próximas uma das outras.

Mediante esse fato, é de extrema importância e necessidade do sistema que os equipamentos e áreas semelhantes sejam aproximados para adequar as propriedades do arranjo físico funcional, facilitar o manejo das peças e evitar movimentações impróprias.

Com o auxílio da NR-12 (BRASIL, 2010), que trata sobre os princípios da norma regulamentadora de segurança em máquinas e equipamentos, foi possível verificar que a distância mínima entre as áreas de circulação é de 1,20m.

Porém, considerando que as placas de MDF dependem de pelo menos 2,75m para serem transportadas no sistema produtivo, ficou estabelecido que os corredores permaneceriam com uma distância de 3m. Esse espaço é considerado suficiente para realizar o manuseio no decorrer do processo e favorece o acesso até os equipamentos onde as placas serão processadas.

Mesmo sem sofrer qualquer alteração quanto ao tamanho, conforme a NR-12, ainda é preciso realizar a sinalização, por meio da pintura de faixas amarelas, para demarcar a ocupação e distância do corredor. Essa área deve permanecer limpa e sem qualquer obstrução que impeça o processo produtivo ou circulação dos funcionários aos demais setores da fábrica.

As áreas de manuseio das mesas, máquinas e equipamentos também devem ser demarcadas e sinalizadas com a pintura das faixas para indicar a ocupação exigida na realização das atividades no setor (BRASIL, 2010).

O espaço entre e ao redor das máquinas e equipamentos foram adequados conforme a necessidade de operação, manejo e movimentação para realizar as atividades e garantir a segurança do colaborador durante a jornada de trabalho.

Por meio de análises realizadas com base no diagrama de inter-relação, uma recomendação conveniente para a adequação do sistema é a união dos setores de secagem de fundo e de secagem da pintura final. A intenção é evitar o contato dos produtos já pintados com os resíduos gerados nos setores de acabamento, lixação e até mesmo montagem.

Considerando que a cabine de pintura final é isolada, pois possui divisórias ao seu redor, e que a secagem desse setor é feita nesse ambiente sem sofrer qualquer tipo de contaminação, é aconselhável unir ambos os setores de secagem no interior da cabine de pintura final. Existe espaço suficiente para alocar as peças de ambos os setores de secagem. A máquina utilizada para fazer a pintura final possui uma cortina d'água e não apresenta risco direto para os produtos na etapa de secagem.

Essa mudança acarreta liberação de espaço, circulação e movimentação para o setor de acabamento, lixação e pintura de fundo, que se encontra parcialmente isolado. Com essa sugestão, as peças do departamento de secagem não ficaram mais expostas às outras atividades da fábrica.

Com a intenção de fornecer maior iluminação e clareza ao operador que realiza as atividades, certas luminárias de teto foram rebaixadas e aproximadas das mesas de acabamento e de limpeza. Porém, para aproveitar o futuro espaço disponível da secagem da pintura de fundo, existe a opção de realocar as mesas do setor de acabamento de forma a permitir melhor movimentação, com a simples exigência de adaptar o foco das luminárias no processo.

Outra sugestão refere-se à transferência do setor de limpeza para a antiga área administrativa, unindo-o aos setores de estoque, embalagem e expedição. Considerando que as peças só passam pelo processo de limpeza antes de serem embaladas e carregadas para entrega final ao cliente, a aproximação com o estoque facilitaria o manuseio dos produtos acabados.

Essa alteração auxilia na redução da distância percorrida até o setor de limpeza e evita o transporte das peças, realizado no *layout* atual, que retornam para o ambiente produtivo para serem limpas. Quanto à luminosidade, a luminária do novo local deve ser adequada, direcionando-se o foco sobre as mesas.

4.11 LIMITADORES PRÁTICOS DO SISTEMA

Considerando as exigências do proprietário da empresa em que o estudo foi desenvolvido, alguns limitadores foram pré-estabelecidos para a realização da pesquisa, avaliação e novas sugestões do sistema produtivo.

Tem-se, portanto, que a seccionadora automática não poderia ser alterada do local atual e o setor de pintura de fundo não seria modificado, pois possui estrutura fixa na fábrica.

Os banheiros instalados na área de produção foram trocados e ampliados durante a reforma. Mediante essa situação, não foi necessário realizar qualquer mudança, pois as que foram feitas satisfazem as necessidades dos colaboradores.

As entradas, saídas, aberturas, portas, portões e janelas do ambiente também não sofreram transformação devido ao fato de proporcionarem um ambiente agradável para os funcionários e por atenderem as exigências do processo produtivo, fazendo-o funcionar adequadamente.

A antiga área de escritório e administração, que após a reforma passou a pertencer ao segundo andar, permanecerá com algumas das antigas divisórias devido à necessidade de manter a sustentação do ambiente e para auxiliar na separação dos tipos de produtos na hora da entrega.

Os locais para as escadas que dão acesso ao segundo piso e ao elevador foram inseridos na planta e pré-determinados pelo proprietário. Com isso, será preciso adequar os espaços sem alterar a posição dessas áreas.

4.12 DESENVOLVIMENTO DA NOVA PROPOSTA

Por meio da análise e integração das informações coletadas com relação às necessidades de aplicação de mudança e adaptação do processo, dois novos *layouts*, com seus respectivos fluxos de produção, foram distribuídos nas Figuras 28 e 29. Esses modelos servirão, como sugestão para a empresa, para minimizar as falhas do sistema e proporcionar melhorias.

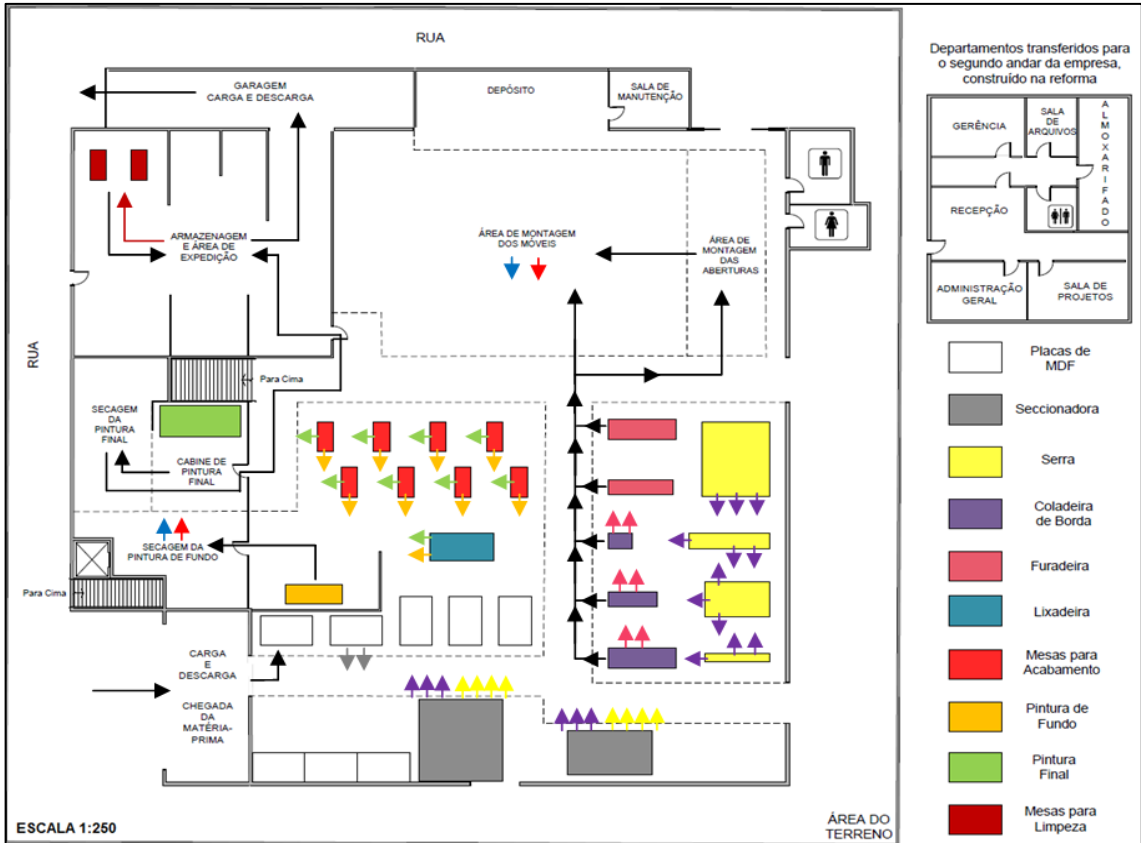


Figura 28 – Primeira proposta para o arranjo físico
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

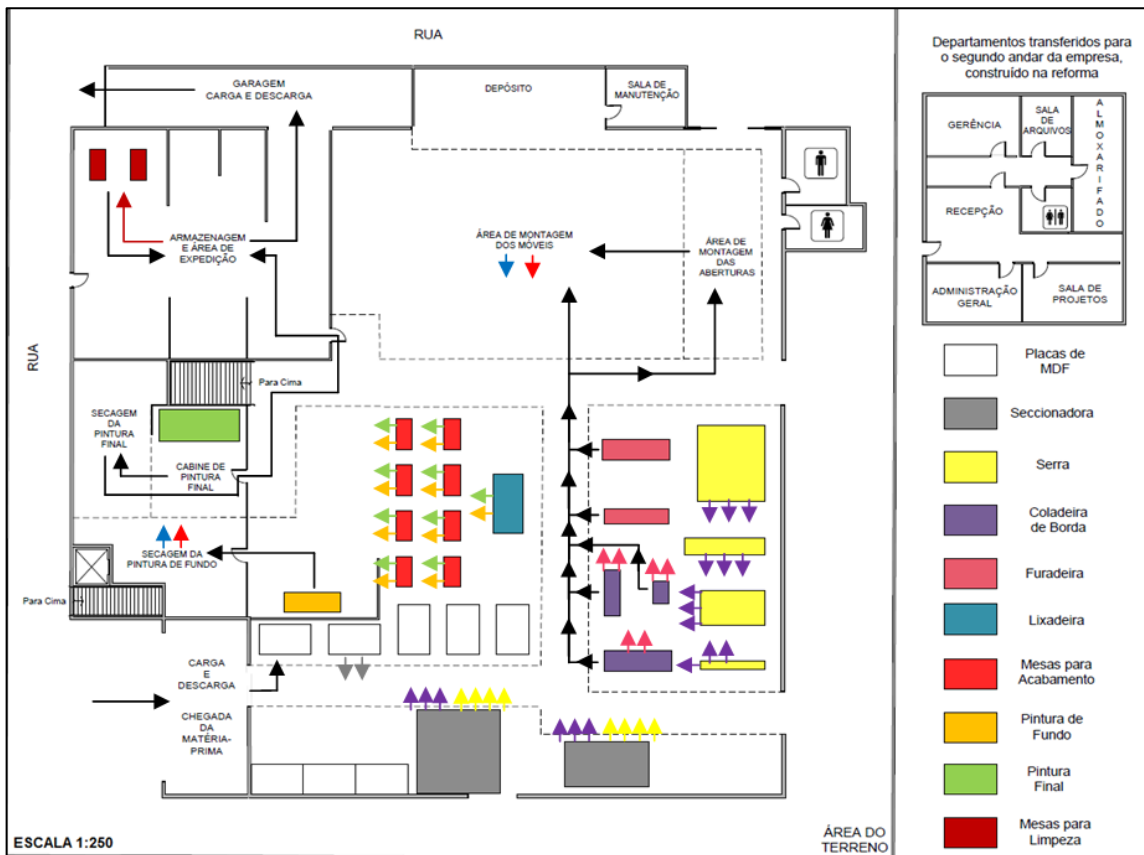


Figura 29 – Segunda proposta de melhoria para o layout
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Ambas as propostas de aperfeiçoamento do processo produtivo da empresa de móveis sob medida, apresentadas nas Figuras 28 e 29, foram elaboradas com a intenção de reduzir os fluxos, a movimentação, o transporte das peças, aproximar as máquinas e as áreas semelhantes e ainda vincular a sequência de etapas do processo em conjunto com todo o sistema da empresa.

Devido às limitações práticas, já definidas anteriormente, alguns setores não sofreram alterações. Mesmo assim, como pode ser observado nas Figuras 28 e 29, existem oportunidades de melhoria que podem ser agregadas à estrutura do ambiente. Uma simples adequação e redistribuição dos espaços, como a correta delimitação das áreas ocupadas para desempenho e manejo das atividades, pode otimizar o sistema e aumentar a produtividade e a eficiência, apresentando resultados positivos.

As principais diferenças entre as Figuras 28 e 29 se concentram na distribuição dos centros produtivos de colação de borda, lixadeira e mesas de acabamento. Considerando as circunstâncias do ambiente, o restante do sistema pode ser considerado adequado posicionado dessa maneira. Outras sugestões podem ser construídas em virtude da infinidade de modelos distintos em organizar esses setores na planta da empresa.

4.12.1 Apresentação dos Ganhos e Comparação entre os Modelos Propostos

Comparando-se as Figuras 20, 21, 28 e 29, existem diversas alterações ao longo da pesquisa, descritas no Quadro 12, que propiciaram a evolução do sistema. Porém, mesmo considerando as diversas oportunidades de modificação que o ambiente produtivo oferece, certas limitações foram pré-estabelecidas, as quais impedem novas disposições.

Não sofrerão qualquer transformação a seccionadora automática, o setor de pintura de fundo, os banheiros do processo produtivo, as entradas, saídas, aberturas, portas, portões e janelas do ambiente, os locais para as escadas e o elevador que dão acesso ao segundo piso e, por fim, algumas divisórias que permaneceram após a reforma na antiga área administrativa.

LAYOUT	DESCRIÇÃO
Antiga	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado número de divisórias e portas entre as estruturas; - Dificil movimentação e transferência entre os setores; - Máquinas com funções semelhantes e áreas comuns de montagem e secagem não se concentram em um local da empresa; - Fluxo desordenado; - Dificuldade em direcionar o transporte dos materiais, ferramentas, peças e produtos até os centros de produção; - Cruzamentos, desvios e retornos entre os departamentos.
Pós-reforma	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de um segundo piso para organizar os setores de suporte e área administrativa do local; - Adição de duas escadas com acesso ao segundo andar, uma na área interna e outra na área externa; - Área de depósito reduzida devido à incorporação de uma sala de manutenção; - O banheiro foi ampliado e dividido em masculino e feminino; - A cabine de pintura de fundo passou a ser parcialmente isolada, após a remoção de algumas das divisórias; - A cabine de pintura final cedeu parte do seu espaço para a instalação da escada externa e do futuro elevador que interligam o segundo andar; - Somente algumas máquinas foram aproximadas de acordo com a função; outras, no entanto, ainda permanecem distantes entre si; - Remoção parcial das divisórias da antiga área administrativa e do ambiente interno do sistema produtivo; - Ampliação do setor de estocagem, embalagem e expedição, que passou a ocupar o antigo departamento administrativo; - Pequena redução do transporte, trajetória do produto, movimentação dos materiais e colaboradores no ambiente; - Aquisição da serra automática (nova máquina incorporada no sistema).
Nova Proposta	<ul style="list-style-type: none"> - Adequação do <i>layout</i> funcional com a aproximação dos equipamentos e áreas semelhantes; - Corredores do sistema produtivo possuem 3m, por causa da necessidade de manuseio e transporte das placas de MDF no sistema produtivo; - Corredores que dão acesso aos banheiros e ao depósito possuem 1,20m; - Sinalização, por meio da pintura de faixas amarelas, para demarcar a distância dos corredores e a ocupação das mesas, máquinas e equipamentos; - Adequação dos espaços ao redor e entre as máquinas e equipamentos conforme a necessidade de operação; - União de ambos os setores de secagem para o interior da cabine de pintura final; - Aumento da área disponível nos setores de acabamento, lixação e pintura de fundo; - Realocação das mesas do setor de acabamento, aproveitando o futuro espaço disponível da secagem da pintura de fundo; - Transferência do setor de limpeza para a antiga área administrativa, unindo-se aos setores de estoque, embalagem e expedição; - Aproximação do setor de limpeza com o estoque facilita o manuseio dos produtos acabados e reduz a distância percorrida; - Adequação do foco das luminárias rebaixadas nas mesas de acabamento e limpeza; - Redução do fluxo, das distâncias percorridas, da movimentação excessiva e do transporte das peças.

Quadro 12 – Avaliação comparativa entre os modelos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Como pode ser observado com a avaliação dos três modelos de arranjo físico, caracterizados no Quadro 12, o antigo *layout* foi construído de acordo com a entrada das máquinas e equipamentos, que foram sendo incorporadas e distribuídas sem qualquer orientação ao ambiente produtivo. Nenhum estudo prévio foi realizado para estruturar o sistema inicialmente.

O segundo modelo de *layout* já apresentou alterações significativas com o desenvolvimento no período da reforma, como a redução das divisórias entre os departamentos, a implantação do segundo piso e a transferência do setor administrativo, a compra da serra automática e a ampliação do banheiro e dos setores de estoque, embalagem e expedição. Apesar disso, o sistema ainda contém falhas quanto à disposição das máquinas, equipamentos e do fluxo decorrente ao longo do processo.

Por intermédio dessas informações e com base na configuração do arranjo físico pós-reforma, foi possível desenvolver a proposta final. Novas recomendações foram criadas com o intuito de corrigir as falhas presentes no processo.

Como pode ser observado nas Figuras 28 e 29, os ganhos apresentados pelos arranjos pós-reforma apresentam diversas melhorias no ambiente, como a redução do fluxo, a movimentação e a circulação dos funcionários, devido à aproximação dos centros de trabalho, a adequação e a sinalização correta dos corredores, maior aproveitamento do espaço disponível quanto à disposição e posicionamento dos departamentos, máquinas e equipamentos no sistema.

Um local de trabalho organizado, por meio de simples adequações e sem obstruções, pode otimizar o processo, facilitar a rotina de trabalho dos colaboradores e ainda ajuda a elevar a produtividade e a eficiência da empresa.

A etapa de elaboração, decisão e comparação entre o modelo existente e os propostos ao longo da pesquisa foi considerada como fase final da aplicação da ferramenta SLP.

As apresentações quanto às melhorias do sistema foram realizadas. No entanto, fica a critério e responsabilidade do proprietário da empresa, dentro das suas condições, estabelecer quais alterações serão viáveis e podem ser implementadas no setor produtivo da empresa de móveis sob medida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta inicial para o desenvolvimento do trabalho relaciona uma reestruturação do arranjo físico de uma indústria de móveis sob medida localizada no Oeste do Paraná. Fundamentado nessa situação, as etapas de elaboração foram sendo executadas e concluídas de forma sequencial.

Considera-se que os objetivos propostos no estudo foram atingidos, direcionando o trabalho inicialmente ao levantamento do *layout* dito funcional e da classificação do processo produtivo avaliado por tarefa (*jobbing*).

Dando continuidade, foi feita a escolha da ferramenta de aplicação mais adequada às características presentes no cenário, sugeridas por Muther (1986), o SLP (*Systematic Layout Planning* ou, em português, Planejamento Sistemático de Instalações), que serviu de base para diagnosticar as oportunidades de melhoria, devido às falhas existentes no processo. Para finalizar foi feita a apresentação com as sugestões de adequação da estrutura completa, que relaciona os ganhos a serem obtidos pela empresa se houver implementação.

Todas as etapas foram fundamentadas com base na pesquisa de campo coletadas na empresa e com as informações dos autores na pesquisa bibliográfica.

Com a aplicação das particularidades do SLP em solucionar problemas que envolvem *layout*, foi possível distinguir as fraquezas e fragilidades presentes no sistema, devido à falta de instrução do proprietário e do chefe de produção, para ordenar e posicionar as instalações no arranjo, decorrente desde o surgimento da fábrica.

As máquinas e equipamentos não foram distribuídos de forma estratégica, isso favoreceu o surgimento de um fluxo lento, cruzado, além de excessiva e desnecessária movimentação dos funcionários e das peças, desvios, voltas, retornos, bem como a falta de organização do ambiente onde os produtos eram elaborados.

Por considerar que o atual arranjo físico apresenta eficiência limitada, foram identificadas as possíveis oportunidades de melhoria do processo e do ambiente. Duas propostas, seguindo as etapas de aplicação fornecida pela ferramenta SLP, foram elaboradas e adequadas de acordo com as características do sistema.

Diversos podem ser os ganhos apontados com a aplicação das proposições apresentadas, dentre as quais estão o fluxo produtivo facilitado e mais suave, a minimização dos tempos de produção ao longo da linha, a redução das interferências do processo, a melhor organização do espaço e a diminuição do improvisado, dos cruzamentos, da movimentação e da circulação de peças.

Um sistema de produção precisa respeitar a sequência das atividades de fabricação executadas de forma harmônica em todas as etapas do setor ou posto de trabalho (MARTINS, 2005).

A distribuição adequada do ambiente, a aproximação das linhas e a melhoria na distribuição do fluxo dos materiais e equipamentos influenciam diretamente no aumento da produtividade e da eficiência com que os colaboradores desenvolvem as atividades.

Devido ao rápido crescimento visto no setor de móveis sob medida, conclui-se que um ambiente organizado contribui para melhores condições de trabalho e faz com que os produtos finais fiquem prontos no prazo para serem entregues conforme as exigências solicitadas pelos clientes.

Vale ressaltar que durante a elaboração de qualquer pesquisa é inevitável encontrar obstáculos e dificuldades. Os principais problemas se eximem na aceitação das empresas quanto às sugestões propostas quando o assunto envolve alteração no modo como as atividades são executadas. As barreiras se concentram nas limitações estabelecidas pela alta administração em disponibilizar alterações em áreas particulares do espaço produtivo.

Porém, tratando-se da relação das especificações do tema escolhido, as expectativas quanto à aplicação do assunto e do SLP foram alcançadas. A utilização de ferramentas em situações reais amplia o conhecimento do estudante e mostra, na prática, como um engenheiro deve agir para solucionar os mais variados problemas que podem ser encontrados no dia a dia das empresas.

Ao final do estudo, foi possível apontar todas as modificações e o aprimoramento que o arranjo físico engloba, principalmente a alocação do ambiente e a distribuição das atividades inter-relacionadas. Isso contribui positivamente para o andamento do processo produtivo da empresa parceira e agrega valor ao produto e à competitividade no mercado moveleiro, na busca por satisfazer as necessidades e desejos dos clientes.

Em tese, os problemas da empresa podem ser minimizados com as sugestões propostas, porém, a expectativa é de que a escolha de uma das opções de distribuição do ambiente propicie resultados positivos quando aceita pelo proprietário e implementada efetivamente pela empresa parceira.

As vantagens se dividem em aprimorar o sistema produtivo, o ambiente organizacional com ganhos de eficiência e produtividade no processo, bem como tornar adequada a disposição do local para minimizar os desperdícios do fluxo do sistema e facilitar a movimentação do pessoal.

As sugestões propostas oferecem melhores resultados, uma vez que para obter sucesso, a empresa pode planejar melhor sua estrutura e organização em busca de fornecer uma gama de produtos diferenciados e de alta qualidade, potencialmente desenvolvidos por meio de processos consistentes e inovadores, com o objetivo de conquistar ainda mais o mercado da região.

Em vista disso, algumas oportunidades que envolvem estudos aprofundados ou pesquisas específicas foram sugeridas para elaborações de futuros trabalhos. Por meio da avaliação das necessidades do sistema, fica a proposta de pesquisar a relação entre o custo e o benefício obtido com a mudança sugerida, estudar sobre o ponto de vista ergonômico da empresa, utilizar softwares de simulação, como Arena ou Simul 8, para demonstrar de forma gráfica, o funcionamento do ambiente produtivo com as propostas desenvolvidos no estudo, como também fazer simulações do sistema, sem considerar os limitantes práticos pré-estabelecidos, para verificar se, com os novos resultados, haveriam melhores soluções.

REFERÊNCIAS

ABIMÓVEL. **Panorama da Indústria Moveleira no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.abimovel.com/>>. Acesso em: out. de 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e da Previdência Social. **NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mtpps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12atualizada2015ll.pdf>>. Acesso em: abril de 2016.

BROWN, Steve; LAMMING, Richard; JONES, Peter. **Administração da Produção e Operações: Um Enfoque Estratégico na Manufatura e nos Serviços**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BENJAAFAR, S.; HERAGU, S. S.; IRANI, S. A. **Next Generation Factory Layouts: Research Challenges and Recent Progress**. Interfaces, v.32, 2002.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, A.J. **Otimização do Layout de Produção de um Processo de Pintura de Ônibus**. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CURY, Antonio. **Organização e Métodos: Uma Visão Holística**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

GALINARI, Rangel, TEIXEIRA, Job Rodrigues Junior, MORGADO, Ricardo Rodrigues. **A Competitividade da Indústria de Móveis no Brasil: Situação Atual e Perspectivas**. BNDES, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3706.pdf>. Acesso em: out. de 2015.

GAZETA DO POVO. **Moveleiros sofrem com Estoques Altos e Volume de Vendas menor**. Publicado em 11 de setembro de 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/moveleiros-sofrem-com-estoques-altos-e-volume-de-vendas-menor-edi4n3053k37o5cz7hai99o3y>>. Acesso em: set. de 2015.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

_____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Marcus Vinícius Maciel. **Motivações dos Consumidores do Mercado de Móveis Planejados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29618/000768761.pdf>>. Acesso em: set. 2015.

GODOY, Leoni Pentiado; EVANGELISTA, Mario Luiz Santos, PIZZOLATO, Morgana, FERREIRA, Alexandre Rodrigues. **A Utilização do Design como Vantagem Competitiva no Setor Moveleiro de Santa Maria/RS**. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.12, n. 3, p. 779-805, jul./set. 2012. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/977/938>>. Acesso em: abril de 2016.

GORINI, Ana Paula Fontenelle. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil: Com Ênfase na Competitividade Externa a partir do Desenvolvimento da Cadeia Industrial de Produtos sólidos de madeira**. BNDES, 1998. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set801.pdf>. Acesso em: set. de 2015.

IBGE. Banco de dados Agregados. **Tabela de Índices de Bases Fixa sem Ajuste Sazonal**. 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=22&i=P&c=3653>>. Acesso em: abril de 2016.

IEMI - Instituto de Estudos e Marketing Industrial. **IEMI Lança Relatório Setorial da Indústria de Móveis no Brasil**. Publicado em julho de 2014. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/press-release-iemi-lanca-relatorio-setorial-da-industria-de-moveis-no-brasil/>>. Acesso em: out. de 2015.

_____. **Revisão das Estratégias na Indústria Moveleira**. Publicado em outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br/revisao-das-estrategias-na-industria-moveleira/>>. Acesso em: set. de 2015.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: Um Guia Prático**. Bahia: Via Litterarum, 2010.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

LUSTOSA, Leonardo. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARCONI, Marina A. LAKATOS, Eva M. **Fundamento de Metodologia Científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

_____. **Técnicas de Pesquisa**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEGA MOVELEIROS. **Setor Moveleiro deve Retomar Crescimento em 2016**. Reportagem de: 15 de julho de 2015. Disponível em: <<http://www.megamoveleiros.com.br/setor-moveleiro-deve-retomar-crescimento-em-2016/>>. Acesso em: set. 2015.

MONKS, Joseph G. **Administração da Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1887.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MOVEIS PLANEJADOS, Regatto. **Dicas sobre móveis planejados**. São Paulo 2012. Disponível em: <<http://www.moveisplanejadosregatto.com.br/os-5-melhores-posts-sobre-moveis-planejados-de-2012/>>. Acesso em: set. 2015.

MOVERGS. **Panorama do Setor Moveleiro RS e Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.movergs.com.br>>. Acesso em: set. 2015.

MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

MUTHER, Richard; WHEELER, John. **Planejamento Simplificado de Layout – Sistema SLP**. São Paulo: IMAM, 2008.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. Disponível em: <http://issuu.com/jurandir_peinado/docs/livro2folhas/360>. Acesso em: ago. 2015.

PLOSSL, George W. **Administração da Produção: Como as Empresas podem Aperfeiçoar as Operações a fim de Competirem Globalmente**. São Paulo: MAKRON Books, 1993.

ROSA, Sergio Eduardo Silveira, CORREA Abidack Raposo Correa, LEMOS Mario Luiz Freitas Lemos. **O Setor de Móveis na Atualidade: Uma Análise Preliminar**. BNDES, 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2503.pdf>. Acesso em: set. de 2015.

SEBRAE. **Cartilha de como Montar uma Loja de Móveis Planejados**. 2008. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-loja-de-m%C3%B3veis-planejados>>. Acesso em: set. de 2015.

_____. **Critérios de Classificação de Empresas: MEI - ME – EPP**. 2006. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso em: out. de 2015.

_____. **Madeira e Móveis: Oportunidades para o Setor Moveleiro**. 2014. Disponível em: <[http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Boletins/1BO_M%C3%B3veis_Junho_Nichos%20\(1\).pdf](http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Boletins/1BO_M%C3%B3veis_Junho_Nichos%20(1).pdf)>. Acesso em: set. de 2015.

SENAI. **Setor Moveleiro Aposta na Exportação para Enfrentar a Crise**. 2015. Disponível em: <<http://www.senai-ce.org.br/88182/fiecnoticias/setor-moveleiro-aposta-na-exportacao-para-enfrentar-a-crise>>. Acesso em: out. de 2015.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOMPKINS, James A. WHITE, John A. BOZER, Yavuz A. et.al. **Planejamento de Instalações**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TOLEDO JUNIOR, Itys-Fides Bueno. **Lay-out: Arranjo Físico**. 3.ed. São Paulo: Assessoria Escola, 1986.

VALENÇA, Antonio Carlos de Vasconcelos. Gerente Setorial. **Os Novos Desafios para a Indústria Moveleira**. BNDES, 2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1504.pdf>. Acesso em: set. de 2015.

VIERA, Augusto Cesar Gadelha. **Manual de Layout: Arranjo Físico**. Rio de Janeiro: Convênio CNI – SESI/DN, Departamento de Assistência à Média e Pequena Indústria, 1981.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZACARELLI, Sérgio B. **Administração Estratégica da Produção**. São Paulo: Atlas S.A., 1990.