

Otimização do layout de uma empresa de fabricação de móveis sob medida utilizando o SLP

Eduardo Haas (UFRGS)

Carla Schwengber ten Caten (UFRGS)

Resumo:

Este trabalho realiza a aplicação do SLP – Systematic Layout Planning – em conjunto com a utilização de avaliação de alternativas por critérios ponderados. Através da aplicação das metodologias propostas, foram criadas 4 alternativas de layout, das quais, foi selecionada a proposta que mais se adéqua às necessidades da fábrica de móveis sob medida analisado. Foi concluído que a utilização da metodologia do SLP resulta em otimização do layout e ganhos para a empresa.

Palavras-chave: Planejamento sistemático de layout, Layout.

Abstract:

This paper applies the SLP - Systematic Layout Planning - together with multicriteria decision support tools to select a layout alternative. Through the application of proposed methodologies, four layout alternatives were created, and the proposal which best met the needs of the custom-made furniture factory being analyzed was chosen. It has been concluded that the use of SLP methodology results in a layout optimization and gains for business.

Key words: Systematic Layout Planning, Layout.

1 INTRODUÇÃO

Em um mercado cada vez mais globalizado, onde a busca da produção de bens e serviços de alta qualidade e baixo custo tornaram-se metas comuns para a

perpetuação das empresas, a otimização de sistemas produtivos torna-se indispensável, surgindo o estudo de alocação de máquinas, equipamentos e pessoas, também conhecido por estudo de melhoria do layout, o qual é recomendado a todos os tipos de organizações, tendo em vista que estas modificações no fluxo afetam o desempenho e a eficácia global das empresas.

Para tanto, é aconselhável o mapeamento do processo produtivo e a aplicação de técnicas sistemáticas de melhoria de layout, conforme demonstrado por Trein e Amaral (2008), sendo que os resultados podem ser dimensionados através da mensuração das perdas referentes às atividades que não agregam valor ao cliente conforme descrito por Ohno (1997).

Contribuindo com estudos sobre melhoria do layout, Lee (1998) descreve o planejamento do macro espaço, que consiste na correta localização das inúmeras áreas produtivas da planta industrial. Este planejamento, segundo este sistema, é frequentemente o mais importante a ser desenvolvido, pois estabelece os padrões de fluxo que serão seguidos no futuro.

O projeto de macro espaço pode tornar a produção dos diferentes tipos de produtos da instalação totalmente independentes, ou não. A otimização dos recursos e a melhor utilização das restrições representam aumento da eficiência e conseqüentemente redução de custos unitários, conforme Luzzi (2004).

Uma das técnicas que vem sendo utilizada para a definição de layout é o Planejamento Sistemático de Layout (Systematic Layout Planning - SLP), desenvolvido por Muther e Wheeler (2000). Essa técnica visa propor melhorias através da análise de produtos e volumes, combinações de afinidades e estimativas de espaço.

O objetivo do artigo consiste na otimização do layout de uma empresa de fabricação de móveis sob medida, através da aplicação do método SLP.

A seção 2 do artigo apresenta os principais layouts existentes, as formas de intervenções mais comuns e alternativas de avaliação de desempenho de layout. Na seção 3 foram apresentados os procedimentos metodológicos que contemplaram o método SLP desenvolvido por Muther e Wheeler (2000) para propor alternativas de

layout. A seção 4 apresenta o desenvolvimento da otimização do layout e por último a seção 5 traz as conclusões do artigo

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que a definição de um layout seja bem sucedida, é necessária sua adaptação ao sistema produtivo da organização. O layout deve estar alinhado aos níveis de produção e à diversidade de produtos. Slack (1997) afirma que é necessário definir os objetivos a serem alcançados antes da realização do projeto de layout através da utilização de análises e estratégias de produção e da organização.

Para tanto, nesta seção foram apresentados as principais formas de layout utilizadas, os métodos e algoritmos mais conhecidos de intervenção de layout, as formas de avaliação das propostas geradas.

2.1 Layout

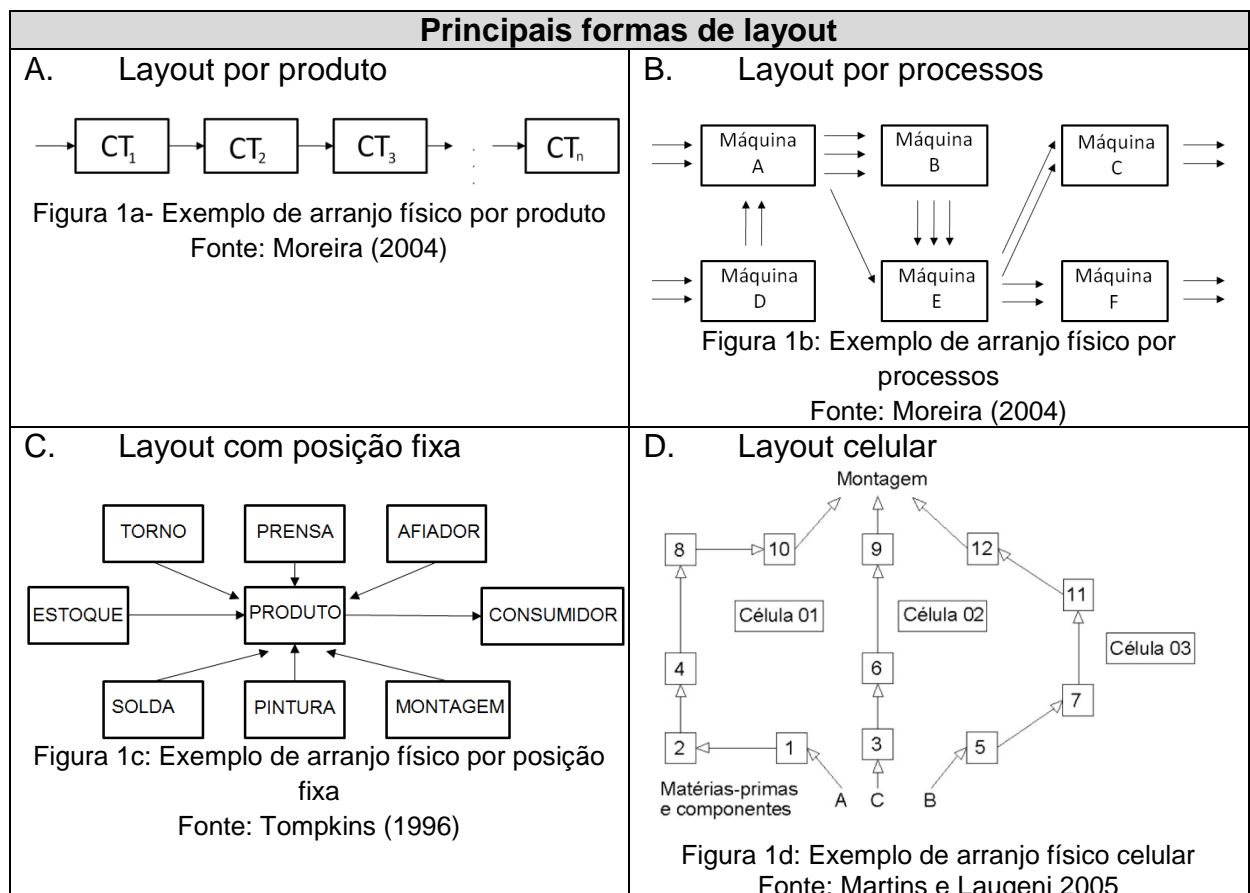


Figura 1: Formas de Layouts

Layout por produto: Segundo Moreira (2004), é a estrutura de layout que possui a característica de buscar a melhor eficiência produtiva através de altos volumes de produção, baixa diversificação e fluxo contínuo, conforme representado na Figura 1a. Slack (1999) acrescenta que é simples e previsível, facilitando seu controle e aprimoramento. Apresenta baixo custo devido à diluição dos custos fixos no grande volume produzido. Utilizado principalmente para produtos padronizáveis e que possuam alta demanda.

Layout por processos: Conforme Krajewski e Ritzman (1999), este tipo de layout centraliza suas atenções à produção flexível, porém com produtividade inferior e, conseqüentemente, maiores custos de produção em relação ao layout por produto. Possui produção variável e o fluxo irregular de materiais, conforme representado na Figura 1b. Empregado para a produção de bens que possuem margem de lucro maior que na produção de commodities. Utilizado principalmente na produção de itens de alto valor agregado ou sob encomenda.

Layout com posição fixa: Segundo Krajewski e Ritzman (1999) e Martins e Laugeni (2005), este tipo de layout tem como principal característica que o produto permaneça estacionário e os recursos necessários para produzi-lo sejam movimentados; conforme descrito na Figura 1c. É utilizado principalmente para produção de bens de grande porte como navios, aviões, construções, entre outros.

Layout celular: Conforme Martins e Laugeni (2005), o layout celular consiste em arranjar diferentes máquinas com a finalidade de produzir um produto por completo em apenas um local, conforme exemplo da Figura 1d. Como principais vantagens deste tipo de layout tem-se a alta utilização dos equipamentos (conseqüentemente baixa ociosidade) e a melhor utilização do espaço através da diminuição do fluxo de materiais; conforme descrito em Tompkins et. al. (1996).

2.2 Formas de intervenção de layout

Conforme Tortorella (2006), a maioria dos métodos ou algoritmos para intervenções em layouts encontrados na literatura não são de fácil aplicação ou

compreensão. Para criação de propostas de menor porte, a utilização da experiência e criatividade pode vir a acelerar o processo de geração de propostas. Porém, para criação de propostas de médio e grande impacto, é necessária a utilização de sistemáticas de criação de propostas de layout para aumentar a gama de propostas para os possíveis cenários. A Figura 2 demonstra as principais características de cada método identificadas por Tortorella (2006).

Método	Principais características
CRAFT	Planilha <i>de para</i> como dado de entrada
	Departamentos restritos à formas retangulares
	Distâncias entre os pares de centróides dos departamentos
MULTIPLE	Utilizado para <i>layouts</i> de multi-nível
	Trocas de posição dos departamentos nos níveis ou entre níveis
SLP	Altamente utilizada
	Direciona o projeto de layout através de uma sequência de análises
QAP	Busca a minimização dos custos de movimento
	Complexa utilização
Algoritmos genéricos	Propícios para <i>layouts</i> com departamentos de áreas desiguais
	Gera solução final a partir de melhorias feitas na primeira alternativa
SPM	Nem sempre satisfaz as limitações de forma dos departamentos
	Área da planta dividida em blocos
BLOCKPLAN	Departamentos restritos à formas retangulares
	Pode ser usado para construção ou melhoria de <i>layouts</i>
DISCON	Dividido em duas fases: dispersão e concentração
	Utiliza o fator custo de movimentação como critério de análise

Figura 2: Principais características dos métodos de intervenção de layout
Fonte: Tortorella (2006)

Ainda, segundo Tortorella (2006), o método mais utilizado ao longo dos anos é o método SLP desenvolvido por Muther e Wheeler (2000), sendo este método uma sistematização estruturada de etapas para o desenvolvimento do layout. O método SLP se caracteriza por uma ferramenta de simples compreensão, baseada em uma sistemática de fases e procedimentos para o desenvolvimento de uma proposta de layout, conforme Figura 3.

Para Hunt (1996), antes de qualquer intervenção no processo produtivo, é necessário que o mesmo seja mapeado, para que se tenha o entendimento do processo atual e eliminar ou simplificar possíveis falhas. Na obtenção dos dados de entrada do SLP, Muther (1978) apud Costa (2004) descreve que as prioridades a serem levadas em consideração são: a natureza do que é produzido pela empresa, a quantidade de produto fornecido, produzido ou utilizado, o roteiro do processo de produção, os serviços e recursos de suporte utilizados e a definição do tempo destinado às operações, para que se possa definir um ponto de partida seguro para a realização do projeto de layout.

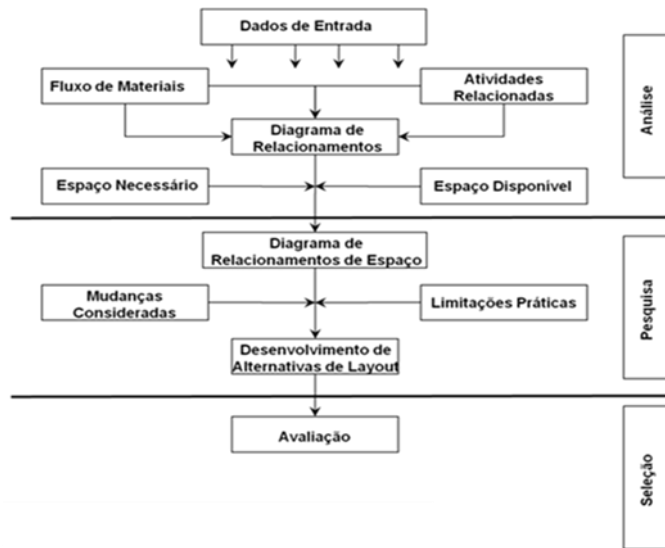


Figura 3: Método SLP
 Fonte: adaptado de Tompkins et. al. (1996)

Segundo o método do SLP descrito por Tompkins et. al. (1996), a fase de análise consiste primeiramente na criação do diagrama de relacionamentos, onde são levados em consideração os dados de entrada, o fluxo de materiais, e o relacionamento entre as atividades. Os passos posteriores são: a determinação de espaço necessário e espaço disponível, finalizando a fase de análise, conforme descrito na figura 3.

Na fase de pesquisa, conforme o mesmo autor, a primeira etapa consiste na criação do diagrama de relacionamentos de espaço, através da união das informações levantadas na fase de análise, posteriormente criadas as alternativas de layout levando em consideração limitações práticas existentes e mudanças consideráveis da organização.

Por final, na etapa de seleção, são avaliadas as propostas de layout desenvolvidas nas etapas anteriores. Para determinar qual proposta de layout é mais aderente aos processos e à estratégia da empresa, devem ser utilizados alguns critérios de avaliação. Lin e Sharp (1999) apresentam uma classificação de critérios de avaliação para escolha de alternativas de layout, divididos em três grupos de critérios, sendo eles: Custo, Fluxo e Ambiente, conforme demonstrado na Figura 4.

Custo	Não inventariado	Terreno
		Prédio
		Produção
		Maquinário
		Material
		Manuseio
		Equipamentos
		Manutenção
		Mão de obra
		Inventariado
Estoques componentes em processamento		
Estoques componentes acabados		
Fluxo	Espaço	Utilização da área
		Áreas livres
	Fluxo de Materiais	Corredores
		Distâncias e densidade de volumes
	Flexibilidade e robustez	Expansão predial
		Robustez dos equipamentos
Ambiente	Arredores da fábrica	Topografia e topologia
		Ambiente da comunidade
	Ambiente	Segurança dos operadores
		Conforto de trabalho
		Segurança patrimonial
		Acesso para manutenção

Figura 4: Critérios de avaliação de Layout
Fonte: Lin e Sharp (1999)

Além da definição de quais critérios serão utilizados na avaliação das alternativas, é necessário que estes estejam escalados de forma a refletir o nível de importância de cada um. Lee (1998) cita a utilização da análise de critérios ponderados, onde é feita uma combinação de critérios, com a definição de seus pesos, para gerar uma priorização das opções de layout avaliadas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi realizado em uma fábrica de móveis sob medida, que está localizada no município de Nova Petrópolis, no estado do Rio Grande do Sul. A empresa é classificada como sendo de pequeno porte por possuir menos de 20 funcionários.

Para a definição de alternativas de layout que visa a otimização da produção, este artigo definiu primeiramente o cenário econômico e social que a empresa analisada está envolvida, a fim de quantificar de forma aproximada a demanda futura por produtos. Para a realização da análise de cenário econômico, foram

obtidos dados das quantidades e valores de alvarás expeditos pela prefeitura nos últimos 4 anos, identificando tendências de variação de demanda por móveis feitos sob medida. Já para avaliar o cenário social que a empresa está inserida, foi realizada uma busca nos principais cadastros de profissionais do município e identificada a disponibilidade de mão de obra na região.

Foram criadas alternativas de layout baseadas na execução das fases de implementação do método SLP, conforme descrito por Muther e Wheeler (2000).

3.1 Análise

Para a realização da análise, foi feito um levantamento de todos os produtos produzidos no decorrer do ano de 2011. Estes produtos foram classificados em grupos a fim de definir quais são os mais representativos para a empresa. Sendo assim, as melhorias de layout propostas a seguir foram direcionadas aos agrupamentos mais representativos identificados.

3.1.1 Dados de Entrada

Foi realizado o levantamento de informações dos processos produtivos considerados prioritários do ponto de vista financeiro e estratégico da empresa. Para isto, foi utilizando a análise de produto-volume a fim de identificar as formas de layout mais indicadas.

3.1.2 Fluxo de Materiais

Na determinação do fluxo de materiais, foram identificados os principais pontos de fluxo de materiais, pessoas e informações entre as unidades de

planejamento de espaço (UPEs). Este levantamento foi realizado através de informações obtidas da observação direta e de pessoas atuantes das UPEs e através do mapeamento do processo produtivo, conforme recomenda Hunt (1996).

3.1.3 Atividades Relacionadas

Para determinar o nível de relacionamento entre as UPEs, foi criada uma carta de afinidades que contém os níveis de inter-relacionamento de todos os pares de UPEs, segundo a metodologia descrita por Tompkins (1996).

3.1.4 Diagrama de afinidades

O diagrama de afinidades foi criado levando em consideração as informações obtidas na carta de afinidade e no fluxo de materiais, gerando um diagrama visual que informa o grau de proximidade desejado entre as UPEs analisadas (TOMPKINS, 1996).

3.1.5 Espaço necessário e espaço disponível

Conforme Tompkins (1996), foi feito um levantamento do espaço que cada UPE necessita e de quanto espaço a mesma tem disponível, para que seja possível redimensionar UPEs com espaços mal dimensionados, podendo as UPEs existentes aumentar ou diminuir de espaço em relação ao seu tamanho original.

3.2 Pesquisa

Segundo a metodologia descrita por Tompkins et. al. (1996), durante a etapa de pesquisa são desenvolvidas alternativas de layout, através da construção do diagrama de relacionamentos de espaço e levantamento das possibilidades de mudanças de layout.

3.2.1 Diagrama de relacionamentos de espaço e limitações práticas

Nesta etapa foram incluídas as premissas de espaço identificadas, resultando em um diagrama parecido com um arranjo físico. Foram abordadas as limitações de recursos e materiais e as possibilidades de mudanças em relação ao layout atual. Neste momento foi feita uma análise das possíveis combinações de layouts, gerando os primeiros esboços das alternativas de layout a serem criadas.

3.3 Seleção

Para finalizar, as propostas criadas na etapa de pesquisa foram avaliadas conforme uma seleção de critérios que foram baseados nos critérios descritos por Lin e Sharp (1999) e, uma posterior análise de critérios ponderados descrita por Lee (1998), para definir qual das propostas geradas na etapa anterior mais se adéqua às necessidades da empresa.

4 DESENVOLVIMENTO DA OTIMIZAÇÃO DE LAYOUT

Para avaliar a necessidade de aumento de produtividade, foram coletadas informações a respeito da situação econômica do município em que a empresa está

inserida. Tendo em vista que os principais clientes da empresa analisada são pessoas jurídicas ou físicas que adquiriram novos imóveis, estes dados foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Nova Petrópolis, para avaliar as variações do setor imobiliário dos últimos 4 anos.

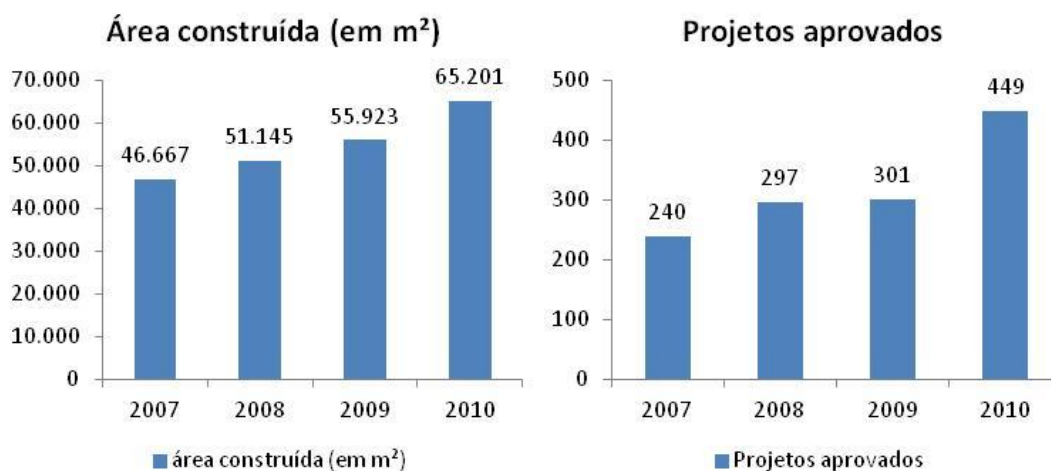


Figura 5: Evolução da área construída e projetos aprovados em Nova Petrópolis
Fonte: Prefeitura de Nova Petrópolis

Conforme demonstrado na Figura 5, é possível identificar um aumento constante na quantidade de área construída a cada ano e de projetos aprovados. Uma das principais conseqüências no crescimento de número de imóveis construídos é o aumento da demanda por móveis, dos quais uma parcela consiste em móveis fabricados sob medida. Para completar a análise do cenário, foi verificado que nos principais cadastros de profissionais do município não existem profissionais disponíveis que são especializados em carpintaria, restringindo assim, novas contratações.

4.1 Análise

Todos os produtos produzidos nos meses de agosto, setembro e outubro de 2011 foram divididos em agrupamentos de produtos, juntamente com faturamento durante o período avaliado, conforme demonstra a Figura 6.

Produto	Faturamento	% do faturamento
Hall	R\$ 5.476,00	3%
Quarto	R\$ 49.651,00	29%
Balcão	R\$ 2.852,00	2%
Cozinha	R\$ 37.920,00	22%
Comercial	R\$ 27.632,00	15%
Sala	R\$ 35.858,00	21%
Banheiro	R\$ 13.293,00	8%

Figura 6: Grupos de produtos e representação do faturamento
Fonte: Informações de faturamento

Devido aos produtos fabricados possuírem aproximadamente a mesma margem de lucro, é possível definir que os grupos de produtos quarto, cozinha e sala são os mais representativos para a empresa, pois somados correspondem por 72% do lucro bruto. Sendo assim, todas as demais avaliações realizadas neste artigo se referem aos grupos de produtos considerados prioritários.

A avaliação de produtos e volumes constatou que a empresa produz somente de acordo com a demanda de produtos personalizados, caracterizando assim, uma produção de itens com grande variabilidade e pouca quantidade. Esta característica de alta variedade e baixo volume sugere que o layout deva ser orientado ao processo, conforme levantamento das principais formas de layout utilizadas.

Para criar o diagrama de afinidades, a fábrica foi dividida em UPEs para que se pudesse determinar os principais pontos de fluxo de materiais, pessoas e informações, a fim de determinar os níveis de afinidades existentes entre as diversas UPES.

Durante a análise do fluxo de materiais e mapeamento do processo produtivo, conforme demonstrado na figura 7, foi identificado que o fluxo de materiais está fortemente relacionado com as UPEs de recebimento, estoque, esquadrejadeira, laminadora, montagem e expedição, as quais são responsáveis pela maior parte do processo produtivo. Já para o fluxo de informações, as principais UPEs envolvidas são escritório, esquadrejadeira e montagem, onde as informações do que deve ser produzido são repassadas para a produção. Também foi identificado que o principal

fluxo de pessoas é entre a UPE de montagem e expedição, pois concentra a maior parte dos trabalhadores atuantes na fábrica.

Para a fabricação dos móveis, os mesmos podem ser produzidos através da manufatura de chapas de madeira maciça, chapas de MDF (*Medium Density Fiberboard* - painel de fibras de média densidade) ou a utilização de chapas de MDF e madeira maciça combinadas. Aproximadamente 10% da matéria prima utilizada se constitui de chapas de madeira maciça, fazendo com que o fluxo e materiais seja maior na UPE esquadrejadeira que na UPE de corte. Também foi identificado que, aproximadamente 30% da peças de móveis produzidas são submetidas à pintura, enquanto que as demais partes dos móveis são encaminhados diretamente para a expedição.

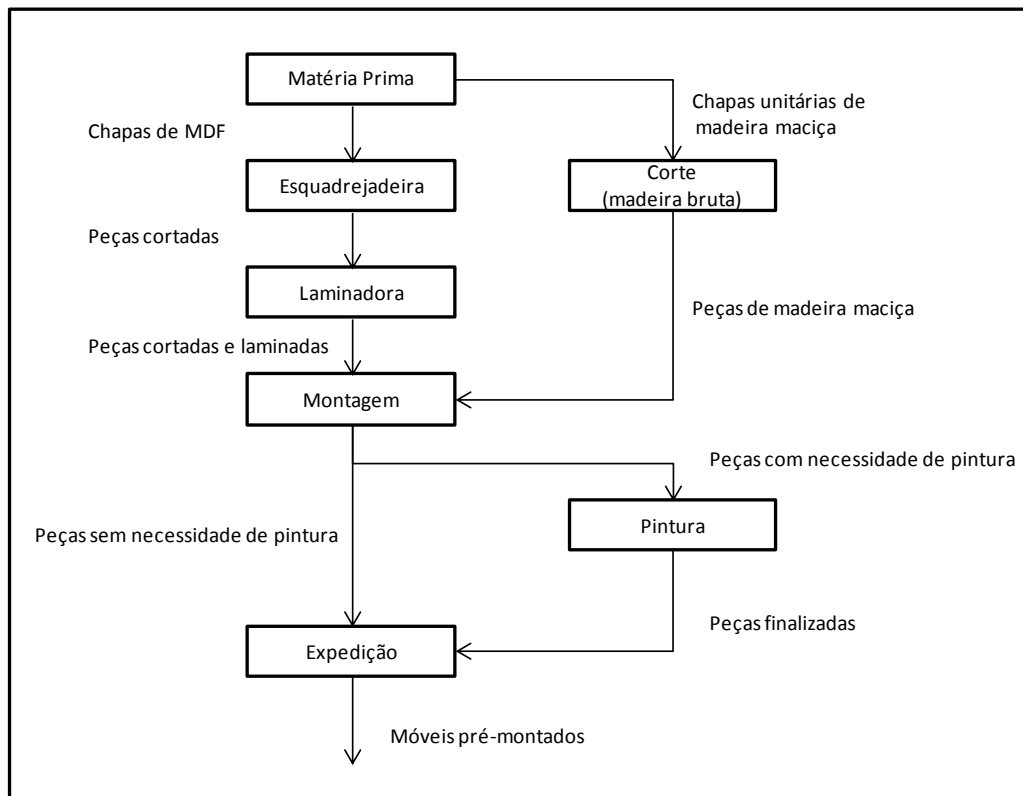


Figura 7: Fluxo de Materiais

A carta de afinidades representada na Figura 8, representa de forma esquemática os níveis de relacionamento entre os pares de UPEs, onde as relações "A" representam um grau de relacionamento prioritário, as letras "E" relacionamento importante, as letras "I" relacionamento desejável, as letras "O" indiferença de

proximidade e as letras "U", grau de proximidade indesejada. Para a confecção desta, foram combinadas as informações de afinidade de fluxo de materiais, informações e pessoas e demais afinidades que independem do fluxo.

UPE	Recebimento	Estoque	Esquadrejadeira	Laminação	Montagem	Pintura	Cortes (madeira bruta)	Lixação	Expedição	Escritório	Almoxarifado	Loja	Banheiro
Recebimento	X	A	I	O	O	O	I	O	O	I	O	O	O
Estoque		X	A	I	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Esquadrejadeira			X	A	E	O	O	O	O	I	O	O	O
Laminação				X	A	O	O	O	O	O	O	O	O
Montagem					X	E	I	O	E	I	O	O	I
Pintura						X	U	E	I	O	O	U	O
Cortes (madeira bruta)							X	O	O	U	O	U	O
Lixação								X	O	O	O	O	O
Expedição									X	E	I	O	O
Escritório										X	E	I	O
Almoxarifado											X	O	O
Loja												X	O
Banheiro													X

Figura 8: Carta de afinidade

Com a consolidação das informações obtidas durante a análise do fluxo e criação da carta de afinidades, foi criado um diagrama de relacionamento, que demonstra de forma visual, os níveis de proximidade desejados entre as UPEs, conforme ilustrado na Figura 9.

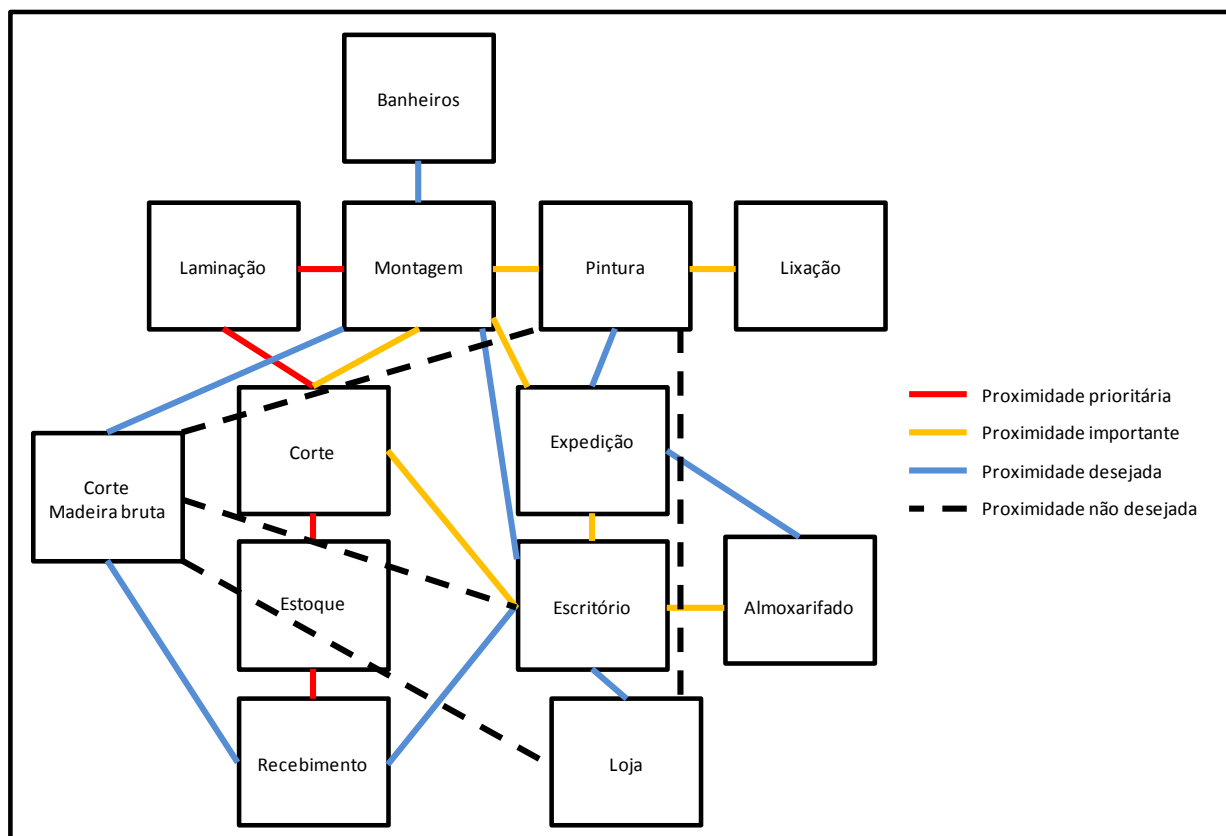


Figura 9: Diagrama de relacionamento

As UPEs foram avaliadas quanto ao espaço que utilizam na planta atual e ao espaço que é considerado razoável para a correta execução das suas atividades. Conforme demonstrado na Figura 10, foram identificadas oito UPEs mal dimensionadas, sendo que a falta de espaço nas UPEs de laminação e expedição acaba resultando em acúmulo de materiais em outras UPEs ou bloqueio dos corredores.

UPE	Espaço necessário (metro quadrado)	Espaço disponível (metro quadrado)	Diferença (metro quadrado)
Recebimento	35	35	0
Estoque	36	36	0
Esquadrejadeira	30	35,5	5,5
Laminação	50	43,3	-6,7
Montagem	80	128	48
Pintura	60	66,7	6,7
Cortes (madeira bruta)	90	122,8	32,8
Lixação	10	17,5	7,5
Expedição	50	30	-20
Escritório	9,5	9,5	0
Almoxarifado	5	8	3
Loja	40	74	0
Banheiro	7,5	7,5	0

Figura 10: Espaço disponível e espaço necessário

4.2 Pesquisa

Na realização da etapa de pesquisa, primeiramente foi feita uma análise das principais restrições de modificação da planta atual. Conforme descrito na figura 11, foi identificado que a loja se encontra em local estratégico para a empresa, pois se localiza na parte frontal da edificação e é responsável por receber os clientes. Já a pintura, é considerada uma restrição devido ao seu alto custo de modificação. Também foram identificadas as principais portas que podem ser destinadas para a entrada de matérias primas e saída de produtos acabados.

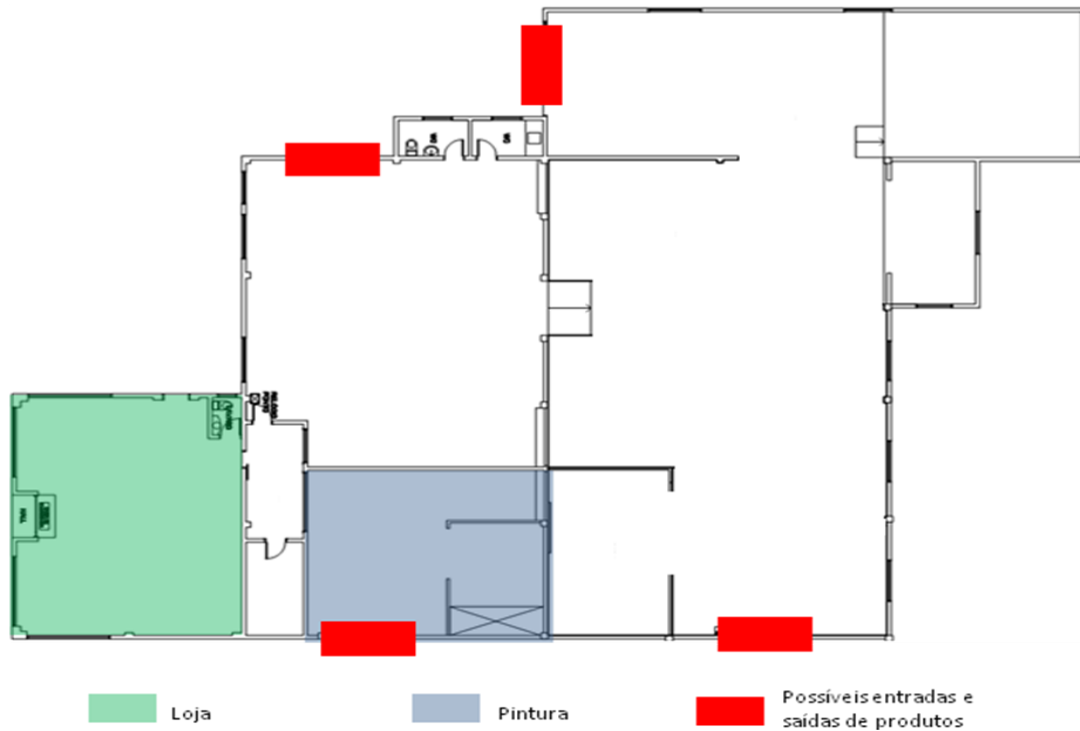


Figura 11: Restrições de alteração de estrutura física

Devido à UPE de montagem necessitar de mais altura para a execução de suas atividades, a mesma está limitada a estar localizada na região A da Figura 12. Nesta figura também são demonstradas as regiões disponíveis para ampliação da planta as quais estão identificadas pelas regiões C. Todas as demais UPEs não possuem restrições de altura.

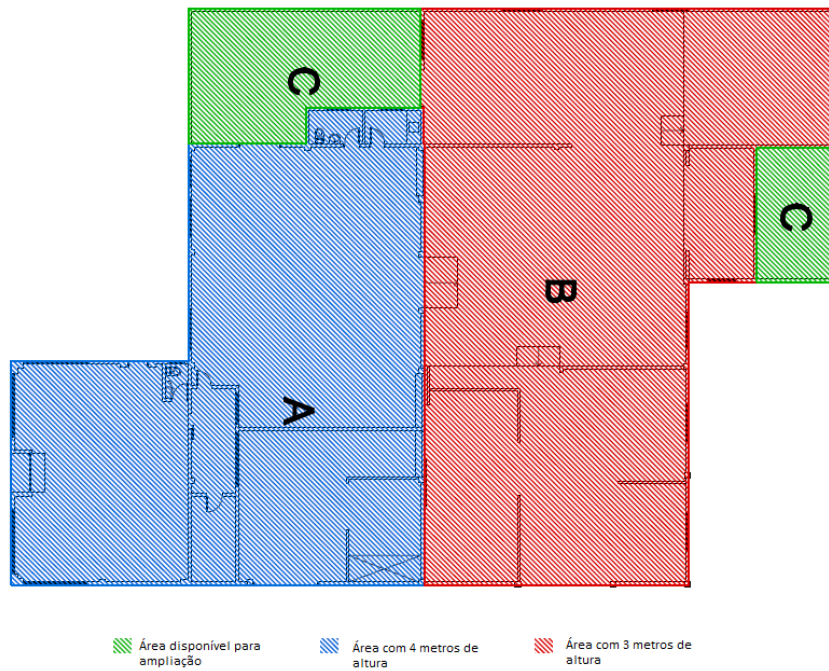


Figura 12: Restrições de altura e áreas de ampliação

Para gerar as alternativas de layout, foram definidas as UPEs prioritárias através de uma análise da quantidade de atividades relacionadas e restrições de acomodação. Assim que as UPEs prioritárias foram alocadas, as demais UPEs foram sendo alocadas de acordo com seus níveis de relacionamento, priorizando os relacionamentos do tipo A e posteriormente os relacionamentos E, I, O e U. Durante a alocação das UPEs, as mesmas foram sendo posicionadas com o objetivo de obter o melhor fluxo de materiais.

Foram desenvolvidas 4 alternativas de layout. Três delas buscaram realizar modificações significativas no posicionamento das UPEs, enquanto que na quarta não houve alterações de posicionamento. Os layouts atual e das 4 alternativas podem ser visualizados respectivamente nos Apêndices A, B, C, D e E.

4.3 Seleção

Para a avaliação das alternativas de layout, foram definidos os seguintes critérios: Custo de investimento, fluxo de materiais e proximidade entre UPEs.

O custo de investimento representa a quantidade de recursos que serão necessários para a implantação da alternativa avaliada, podendo ter alterações nas estruturas, posicionamento de máquinas e demais custos decorrentes de alterações. Quanto menor o investimento, melhor sua avaliação.

O fluxo de materiais está diretamente relacionada com as perdas por transporte. Neste quesito, foi avaliada a distância percorrida pelos materiais desde sua entrada até sua saída da fábrica. Quanto menor o valor, melhor.

O critério de disposição das UPEs avalia de forma qualitativa a disposição das UPEs dentro da fábrica. O principal objetivo deste critério é avaliar quesitos de layout como: proximidade entre as UPEs com afinidade de relacionamento, fluxo cruzado de materiais e fluxo de informações. É um indicador do tipo quanto menor, melhor.

Para facilitar os cálculos, todos os critério descritos acima foram avaliados utilizando-se uma escala de 1 a 10, mantendo suas devidas proporções.

Os pesos de cada critério de avaliação utilizado foram obtidos através de uma reunião com o proprietário e o gestor da empresa. Estes pesos atribuídos visam manter a avaliação das alternativas de layout alinhada com as definições estratégicas da empresa.

A Figura 13 demonstra o desempenho das alternativas de layout em cada critério nos quais estas foram avaliadas. Todos os critérios utilizados consideram que quanto menor a avaliação obtida, melhor o desempenho da alternativa.

Alternativa	Custo de investimento	Fluxo de materiais	Disposição das UPEs	Avaliação geral
Peso	6	2	2	
Atual	1	10	10	4,6
Proposta 1	2	7	7	4
Proposta 2	5	1	2	3,6
Proposta 3	10	3,5	1	6,9
Proposta 4	3	3,3	3	3,06

Figura 13: Valores das avaliações de desempenho

Sendo assim, a alternativa proposta que obteve o melhor desempenho de acordo com os critérios de escolha e respectivos pesos atribuídos é a de número 4.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo a otimização de layout de uma empresa de móveis de fabricação sob medida utilizando o método SLP.

Foram propostas 4 alternativas de layout baseadas na execução das fases de implementação do método SLP, conforme descrito por Muther e Wheeler (2000), sendo que a avaliação das alternativas de layout foi realizada através da utilização de análise de critérios ponderados descrito por Lee (1998).

Apesar de três propostas demonstrarem melhorias em relação ao layout atual, segundo a avaliação que estas foram submetidas, a proposta que mais se adequou às necessidades da empresa foi a proposta 4. Apesar desta proposta não possuir melhor desempenho em nenhum quesito avaliado individualmente, seu desempenho global demonstrou ser superior. Conclui-se que é necessário adequar custos, fluxo de materiais e disposição das UPEs de maneira equilibrada, buscando obter o melhor desempenho de acordo com o que a empresa espera.

De acordo com os resultados obtidos através da avaliação de critérios ponderados, foi possível concluir que a otimização de layout utilizando o método SLP descrito por Muther e Wheeler (2000) resultou em uma proposta de melhoria de layout par a empresa de fabricação de móveis sob medida analisada.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

COSTA, A. J. **Otimização layout de produção de um processo de pintura de ônibus.** Mestrado Profissionalizante em Engenharia - UFRGS, Porto Alegre 2004, (Disponível em:

<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/adriano_jose_costa.pdf>, acessado em: 12.10.2010).

HUNT, V. D. **Process mapping: how to reengineer your business process.** New York: John Wiley & Sons, 1996.

LEE, Q. **Projeto de Instalações e Local de Trabalho.** São Paulo: IMAM, 1998.

LIN, L. C.; SHARP, G. P. **Application of the integrated framework for the plant layout evaluation problem.** European Journal of Operational Research, n.116, 1999.

LIKER, JEFFREY K. **O Modelo Toyota.** 1ed, Bookman, Porto Alegre, 2005.

LUZZI. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso.** Mestrado Profissionalizante em Engenharia - UFRGS, Porto Alegre 2004, (Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/AndreAntonioLuzzi.pdf>>, acessado em: 7.09.2010).

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

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Ed.Pioneira, 2004.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento Sistemático e Simplificado de Layout.** São Paulo: IMAM, 2000.

KRAJEWSKI, L. J. ; RITZMAN L. P. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção.** Porto Alegre: Ed. Bookman, 1997.

SHINGO, SHIGEO. **O sistema Toyota de produção - do ponto de vista do engenheiro de produção.** Bookman, 1996.

SLACK *et al.* **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

TOMPKINS, J. A. ; WHITE, J.A. ; BROZER, Y. A. ; FRAZELLE, E. H. ; TANCHOCO, J. M. A. ; TREVINO, J.**Facilities Planing.** 2ed., John Wiley, New York, 1996.

TORTORELLA, G. L. **Sistemática para orientação do planejamento de layout com o apoio de análise de decisão multicritério.**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS, Porto Alegre, 2006 (Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6354/000528757.pdf?sequence=>>
acessado em: 10.10.2010).

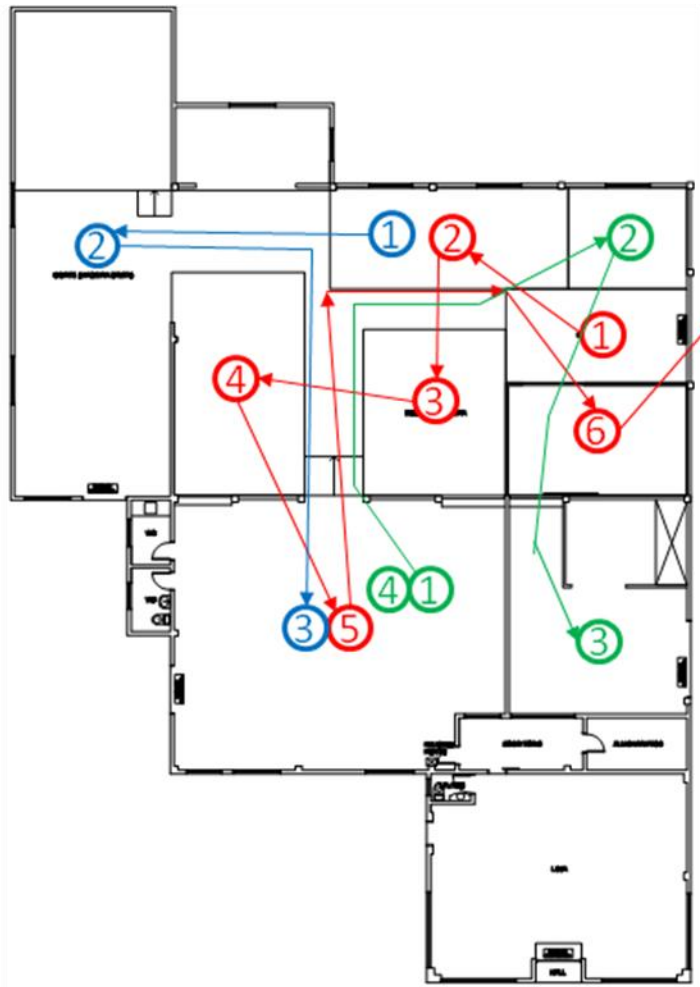
TREIN; AMARAL. **A aplicação de técnicas sistemáticas para a análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro.**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - UFRGS, Porto Alegre, 2008 (Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR13_0173.pdf> acessado em:
7.09.2010).

APÉNDICE A

ATUAL



- ① Recebimento
- ② Estoque
- ③ Esquadrejadeira
- ④ Laminadora
- ⑤ Montagem
- ⑥ Expedição

- ① Montagem
- ② Pintura
- ③ Lixação
- ④ Montagem

- ① Estoque
- ② Corte
- ③ Montagem

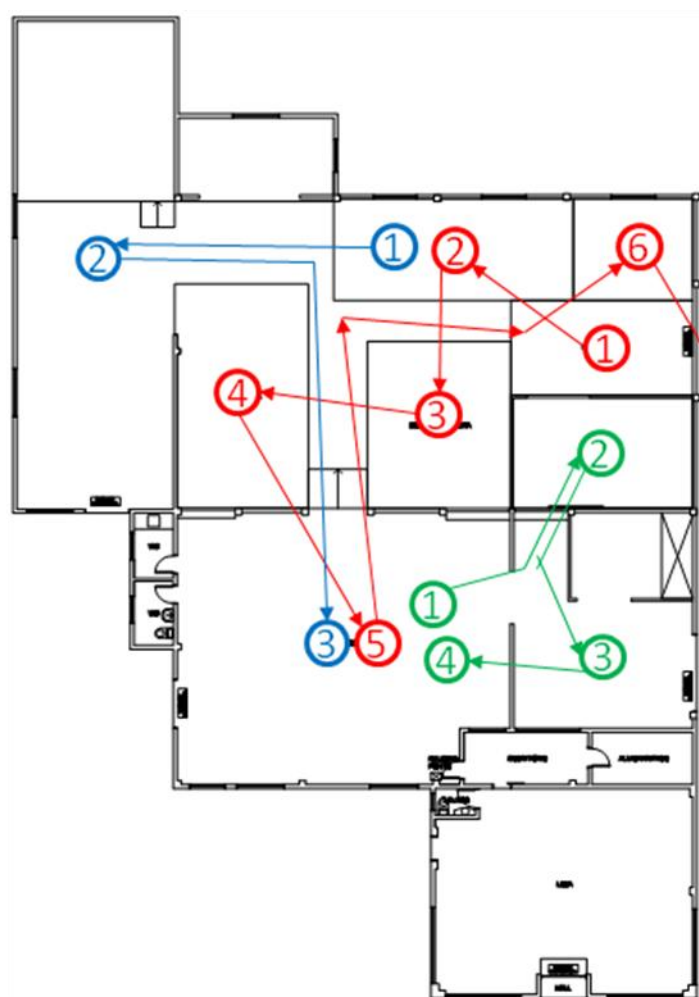
○ Fluxo principal

○ Fluxo de pintura

○ Fluxo de madeira maciça

APÉNDICE B

PROPOSTA 1



- ① Recebimento
 - ② Estoque
 - ③ Esquadrejadeira
 - ④ Laminadora
 - ⑤ Montagem
 - ⑥ Expedição
-
- ① Montagem
 - ② Pintura
 - ③ Lixação
 - ④ Montagem
-
- ① Estoque
 - ② Corte
 - ③ Montagem

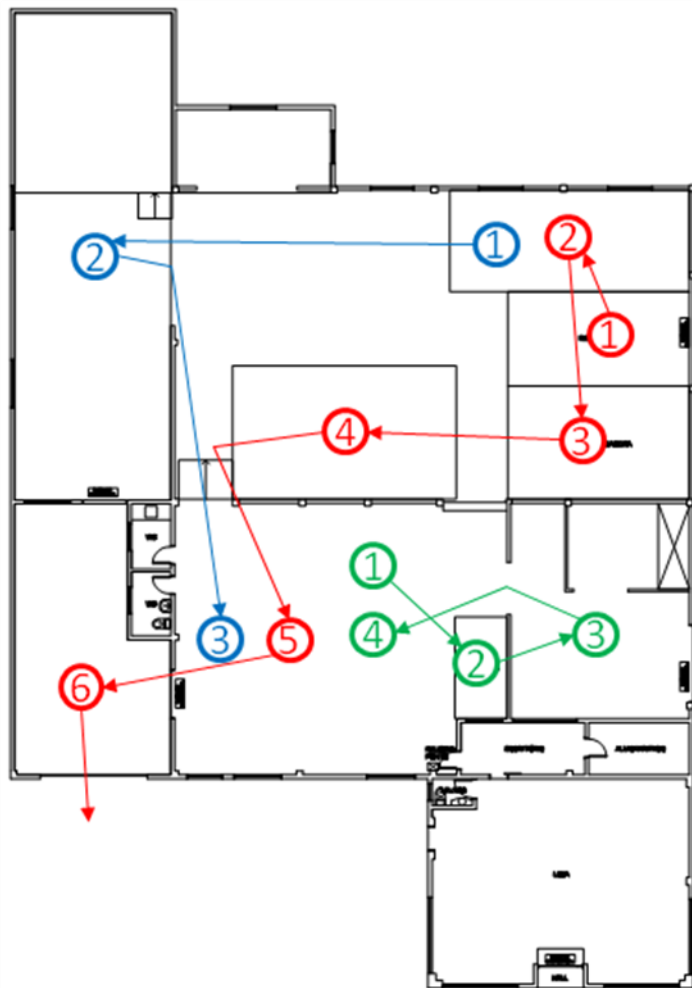
○ Fluxo principal

○ Fluxo de pintura

○ Fluxo de madeira maciça

APÉNDICE C

PROPOSTA 2



- | | | | |
|---|-----------------|---|----------|
| ① | Recebimento | ① | Estoque |
| ② | Estoque | ② | Corte |
| ③ | Esquadrejadeira | ③ | Montagem |
| ④ | Laminadora | ④ | Montagem |
| ⑤ | Montagem | | |
| ⑥ | Expedição | | |
| ① | Montagem | | |
| ② | Pintura | | |
| ③ | Lixação | | |
| ④ | Montagem | | |

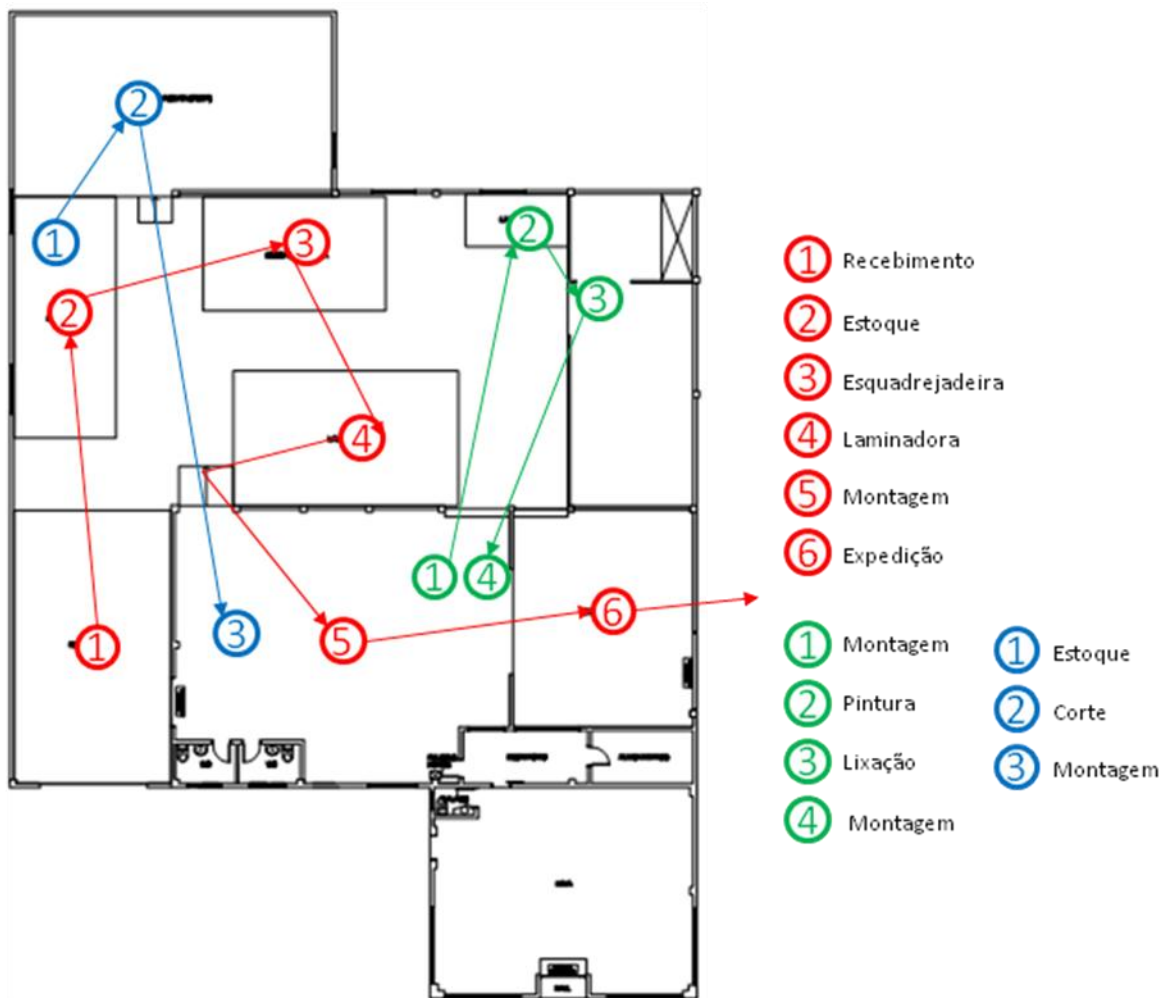
○ Fluxo principal

○ Fluxo de pintura

○ Fluxo de madeira maciça

APÊNDICE D

PROPOSTA 3



① Fluxo principal

① Fluxo de pintura

① Fluxo de madeira maciça

APÉNDICE E

PROPOSTA 4

