UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAUL OZELIN SOARES DA SILVA

MODELAGEM DE *LAYOUT* INDUSTRIAL EM UMA FÁBRICA DE VIDROS TEMPERADOS.

Dourados - MS
2015

RAUL OZELIN SOARES DA SILVA

MODELAGEM DE *LAYOUT* INDUSTRIAL EM UMA FÁBRICA DE VIDROS TEMPERADOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Engenheiro de Produção. Faculdade de Engenharia. Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Walter Roberto Hernandez Vergara.

Dourados - MS

2015

RAUL OZELIN SOARES DA SILVA

MODELAGEM DE *LAYOUT* INDUSTRIAL EM UMA FÁBRICA DE VIDROS TEMPERADOS.

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Dr. Eng. Walter Roberto Hernandez Vergara - UFGD

Prof. Dr. Eng. Fabio Alves Barbosa - UFGD

Prof. Me. Eng. Carlos Eduardo Soares Camparotti - UFGD

Dourados - MS

2015

RESUMO

SILVA, R.O.S., (2015) Modelagem de *layout* industrial em uma fábrica de vidros temperados. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

Devido ao cenário atual de grande competitividade e a falta de importância dada pelas médias e pequenas empresas ao estudo de *layout* industrial, a melhoria do arranjo físico pode gerar uma boa vantagem em relação as concorrentes. Nesse contexto a empresa estudada é uma das muitas empresas que começaram no Brasil em regime familiar e vem cada vez mais se profissionalizando para se adequar as exigências de mercado sem deixar a desejar em relação aos concorrentes e suprir as expectativas dos clientes.

O trabalho tem como principal objetivo propor um novo *layout* para melhorar os fluxos internos da empresa, no que diz respeito ao seu *layout*, observando as movimentações, para que essas informações associadas às ferramentas de organização de *layout* ajudem a desenvolver um modelo que atenda a realidade atual da empresa proporcionando mais flexibilidade e alinhamento das atividades, descongestionando as operações que estão comprometidas.

Palavras-chave: *Layout* industrial, Arranjo físico, Fábrica de vidros.

SUMÁRIO

Resumo 4
Lista de figuras 6
Lista de quadros..... 7
Lista de tabelas.....8
Lista de abreviaturas.....,,,,,,,,,,,,.....9
1 Introdução 10
1.1 Caracterização do tema 10
1.2 Formulação do problema 10
1.3 Objetivos 12
1.3.1 Objetivo geral 12
1.3.2 Objetivos específicos 12
1.4 Justificativa 12
1.5 Estrutura do trabalho.....14
2 Revisão bibliográfica 15
2.1 Significado e tipos de *layout*.....15
2.2 Planejamento sistemático de *layout*.....25
3 Metodologia.....35
3.1 Fundamentação metodológica.....35
3.2 Classificação da pesquisa 35
3.3 Procedimentos 35
3.3.1 Metodologia utilizada.....35
3.3.2 Desenvolvimento da pesquisa 36
3.3.3 Método de análise dos dados 36
4 Apresentação e discussão dos resultados.....37
4.1 Referência da empresa.....37
4.2 Definir a relação dos processos.....38
4.3 Listar os requisitos para o bom funcionamento do fluxo.....40
4.4 Correlacionar as atividades através de desenhos.....41
4.5 Esboço com ilustração de área destinada a respectiva atividade.....44
4.6 Selecionar o arranjo físico mais adequado.....45
4.7 Pormenorizar o *layout* escolhido.....46

5 Considerações finais.....48
Bibliografia.....50

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Arranjo Físico Posicional.....18
Figura 02 – Arranjo Físico Funcional.....20
Figura 03 – Arranjo Físico Celular.....21
Figura 04 – Sequência de Processos na Manufatura do Papel 22
Figura 05 – Complexo de um Restaurante com 4 tipos Básicos de *Layout* 23
Figura 06 – Influência da Variedade e Volume nos Processos.....24
Figura 07 – Metodologias de Planejamento Sistemático de *Layout* 27
Figura 08 – Diagrama de Relações.....29
Figura 09 – Folha das Áreas e Características das Atividades 30
Figura 10 – Relacionamento das Atividades 31
Figura 11 – Desenho do *Layout* em Relação aos Espaços.....32
Figura 12 – Folha de Avaliação das Alternativas 33
Figura 13 – Aplicação em uma Fábrica de Placas de Publicidade de uma Rede de Varejo 34
Figura 14: Arranjo Físico Atual da Indústria com postos de trabalho.....38
Figura 15: Fluxograma da Fábrica de Vidros Temperados.....39
Figura 16: Diagrama de Relações da Fábrica de Vidros Temperados.....40
Figura 17: Representação da correlação atual.....42
Figura 18: *Layout* indicando sugestões propostas para indústria.....43
Figura 19: *Layout* atual em relação ao espaços.....44
Figura 20: *Layout* proposto em relação aos espaços.....45
Figura 21: *Layout* proposto detalhado da indústria.....47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de *layout* 23
Quadro 2: Folha de Operações do Processo da indústria.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Folha de avaliação das alternativas de *layout*.....47

LISTA DE ABREVIATURAS

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

1. INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO TEMA

O estudo do *layout* é comumente esquecido na organização das linhas de produção de empresas de pequeno e médio porte. Principalmente em empresas antigas que normalmente começaram em regime familiar e, regido pela crescente demanda no setor que faz com que comece a contratar terceiros para dar conta do serviço e quando se entende viável, faz aquisição de novos e/ou melhores equipamentos expandindo e melhorando seu sistema de produção. Juntamente a isto vem a necessidade de resolver questões associadas ao posicionamento das máquinas e equipamentos no espaço físico da fábrica (SANTOS; GOHR; URIO, 2014).

Ainda de acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), em empresas maiores, a responsabilidade de tais decisões é encaminhada à equipe de especialistas em projetos de organização do arranjo físico, que unidos aos especialistas em automação e movimentação de materiais e outros especialistas, procuram a melhor solução. Porém, em pequenas indústrias tais decisões muitas vezes são tomadas por um engenheiro ou mesmo pelo supervisor de produção que, na prática raramente submetem o processo ao estudo adequado de estruturação do *layout* industrial, o que implica em uma planta industrial desorganizada aumentando a possibilidade de pequenas perdas de eficiência.

Nesse contexto, percebe-se que a organização do arranjo físico é fator de elevada importância na qualidade das movimentações e do fluxo da produção de organizações industriais de qualquer dimensão influenciando de forma significativa a produtividade e por consequência os custos de fabricação. Os custos por sua vez devem ser controlados, pois é importantíssimo para a permanência no mercado, além de poder gerar uma vantagem competitiva (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009).

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O cenário econômico mundial tem se tornado cada vez mais instável e competitivo, onde os consumidores estão cada vez mais exigentes. Essas

características forçaram as empresas a reestruturarem sua linha de produção para se manterem firmes no mercado. Portanto, racionalizar a produção se tornou fator imprescindível para a sobrevivência dos empreendimentos lucrativos, independentemente do tamanho da empresa (CARVALHO, 2000).

Paralelo a essas mudanças também há a criação de técnicas e ferramentas capazes de adequar a produção às exigências do mercado atual. Por conseguinte, as empresas devem possuir um sistema flexível e desenvolvido da produção. Um mecanismo que dispõe de tais critérios é a atenção ao *layout* industrial (CAMPOS, 1992).

De acordo com Gonçalves Filho (2001), para se conseguir alcançar um sistema de manufatura eficaz necessita-se de quatro fatores: tecnologia de fabricação atualizada, um arranjo físico melhorado, mão-de-obra treinada e motivada e uma gerência de produção adequada. Ou seja, o *Layout* é uma operação fundamental para abeirar o desempenho produtivo da excelência.

Conforme Slack et al (1999), o Arranjo Físico incorreto pode ocasionar a padrões de fluxo extremamente longos ou caóticos, acumulo de materiais, espera excessiva dos clientes e contratempos para os clientes, tempos de processamento demasiadamente longos, operações inflexíveis, fluxos inesperados e custos altíssimos.

Por fim, ainda se tem Mutter (1978), que diz que os custos de implementação de um arranjo eficiente ou de um arranjo malfeito podem ser praticamente iguais. Mas uma vez inserido um arranjo malfeito, os custos referentes ao rearranjo, suspensão de produção e investimentos novos deixam quase impossível torná-lo eficiente.

Definir o *layout* de uma planta é basicamente planejar e integrar os trajetos dos componentes de um produto, visando uma integração mais eficiente e econômica entre pessoas, equipamentos e materiais que se movimentam (CORRÊA & CORRÊA, 2004).

De acordo com Harmon e Peterson (1991), o fluxo e o *layout* da maioria das industrias são imperfeitos; dessa forma, melhorar o arranjo físico e a movimentação de produtos e materiais nas fábricas podem gerar ganhos significativos de eficiência das empresas. A decisão da gerência de desenvolver e implantar um sistema de planejamento de *layout* pode, assim, gerar a estas produtos e serviços adequados para atender às exigências dos consumidores com procedimento e execuções

superiores, tanto a ela mesma (minimizando tempo de atravessamento e os custos), quanto aos consumidores (diminuindo preços).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GERAIS

O intuito deste trabalho é desenvolver um modelo de *layout* de ume indústria de vidros temperados que melhore, de forma geral, a organização fabril, a disposição de equipamentos e de pessoal, melhorando o fluxo produtivo e diminuindo a obstrução do mesmo, por acúmulo de material no chão de fábrica. Busca-se também com o modelo identificar as restrições das diferentes propostas de melhoria quebrando antigos paradigmas da gerência.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conciliar os objetivos da empresa para com o seu projeto de fábrica com os modelos de *layout* presentes na literatura;
2. Organizar a movimentação de produtos e materiais;
3. Reduzir o tempo de atravessamento das cargas.

1.4 JUSTIFICATIVA

Para Villar e Porto (2007), o aprimoramento de técnicas, métodos e ferramentas para a adequação mais eficaz da produção às demandas atuais do mercado, seja ela pelo crescimento da produção ou pela oscilação da demanda, tem feito às empresas optarem por um sistema flexível e uma reorganização constante de seu arranjo físico na produção de bens e serviços.

A organização do arranjo físico em indústria de manufatura serve para organizar a disposição das máquinas, equipamentos, áreas de suporte à produção e áreas para pessoal. Planejar corretamente o arranjo físico é um fator decisivo para a sobrevivência e sucesso de uma empresa, visto que está diretamente ligado aos

objetivos e a estratégia da organização, além disso permite racionalizar o espaço, reduzir a movimentação de materiais e pessoas, gerando à diminuição dos custos e favorecendo assim eficiência do sistema produtivo (TOMPKINS et al., 2003).

Para Slack, Chambers e Johnson (2009), um *layout* de uma operação está relacionado com a localização dos recursos a serem transformados. Portanto, para um bom desenvolvimento do arranjo físico é muito importante conhecer os processos e recursos e analisar os objetivos estratégicos da operação.

A adaptação do arranjo físico requer bastante, flexibilidade, disponibilidade e tempo, podendo em alguns casos interromper a produção por períodos longos devido à movimentação desnecessária e realocação dos recursos produtivos. A alteração pode ainda acarretar em atrasos do cronograma de produção, gerando perdas de prazos de entregas dos pedidos e consequentemente insatisfação dos clientes.

Assim observa-se que, a sistematização do arranjo físico é extremamente importante para as empresas, influenciando na redução dos custos de manuseio e transporte de informações, pessoas e materiais, bem como adaptando os recursos produtivos às restrições físicas do local, melhorando o nível de utilização de recursos (pessoal, máquinas e equipamentos), proporcionando controle de estoques mais eficiente, dentre outros.

Portanto, conclui-se que o *Layout* influencie de forma direta e indireta, o funcionamento de uma empresa e, por conseguinte, afetando seus índices de produtividade. Slack et al (1999), destaca essa menção quando diz que as modificações no *Layout* podem prejudicar os custos e a eficiência geral da produção. Desta maneira, partindo-se da pressuposição de que as medidas de desempenho se fundamentam em custos e que o conceito de produtividade está relacionado à eficiência tal comparação se fortalece ainda mais.

Diante destes conceitos este estudo visa demonstrar como o espaço produtivo de uma pequena empresa pode ser racionalizado por meio da confecção de um projeto de arranjo físico geral. Desta forma, procura-se esclarecer quais equívocos são cometidos na projeção do arranjo físico geral ao analisar o modelo atual da organização em questão assim como o espaço pode ser racionalizado através da elaboração do projeto do arranjo físico.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 contém a estrutura do trabalho, abordando seu tema, problema, especificação dos seus objetivos.

No capítulo 2, são levantados os conceitos já presentes na literatura sobre os temas abordados por este trabalho e as definições a partir do ponto de vista dos autores mais citados até então em trabalhos referentes a esse tema.

O trabalho apresenta, no capítulo 3, a metodologia utilizada no desenvolvimento do presente trabalho afim de solucionar os problemas apresentados para alcançar o objetivo proposto.

No capítulo 4, é feito um estudo geral sobre o significado do *layout*, a utilização dos espaços, dimensionamento e orientação, e são identificados os principais tipos de *layout*, de sistemas de produção, de etapas no projeto de *layout* e das normas a serem consideradas.

No capítulo 5, é analisado o *layout* da empresa em questão, as etapas de produção, o fluxo de materiais e serviços, e o perfil do espaço existente na empresa.

No capítulo 6, é feita uma relação com possíveis problemas na gestão da empresa analisada, no seu arranjo físico, ou seja, é feito um diagnóstico da situação.

No capítulo 7, são feitas as considerações finais sobre toda a pesquisa realizada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordado o significado de *layout*, caracterizando conceitos fundamentais do assunto bem como os tipos de *layout* presentes na literatura. Em seguida é abordado conceitos de um planejamento sistemático de *layout* como SLP.

2.1 SIGNIFICADO E TIPOS DE *LAYOUT*

O termo arranjo físico faz referência à configuração de departamentos, centros de trabalho, instalações e equipamentos; enfatizando o fluxo dos elementos dos quais se deslocam através do sistema (STEVENSON, 1999).

Segundo Viana (2002), o significado de *layout* é um arranjo físico onde está exposto de que forma as pessoas, máquinas e equipamentos estão posicionados na fábrica, para assim encontrar a melhor forma possível de combinar as instalações, equipamentos, mão de obra e outros itens que fazem parte da atividade industrial.

VIANA (2002) completa relatando que arranjo físico ou *layout* significa:

> "O significado de *layout* pode ser explicado por meio das palavras desenho, plano, esquema, ou seja, é o modo pelo qual ao se inserirem figuras e gravuras surge uma planta, podendo-se, por conseguinte, afirmar que o *layout* é uma maquete no papel. O *layout* inclui desde a seleção ou adequação do local, assim como no projeto de construção, modificação ou ampliação, conforme o caso, bem como na distribuição e localização dos componentes e estações de trabalho, assim como na movimentação de materiais, máquinas e operários. Logo, o *layout* é iniciado com a aplicabilidade da elaboração de um projeto, sendo finalizado por sua concretização. " (VIANA, 2002).

Para Graemi e Peinado (2007), o *layout* quando bem elaborados é capaz de modificar elementos instáveis e complexos de uma empresa e otimizando a utilização dos recursos, contribuindo para atingir objetivos como atender a demanda e evitar desperdícios.

O arranjo físico bem projetado da fábrica tem importância estratégica e operacional para as organizações influenciando direta e indiretamente no fornecimento adequado de materiais para capacidade de produção, na redução do custo e manuseio dos materiais, na garantia de espaço destinado as máquinas, na taxa utilização de recursos e mão-de-obra, e na redução de investimento, que são os principais objetivos desse tipo de planejamento (GAITHER & FRAZIER, 1999).

Modificações no *layout* implicam em mudanças práticas no sistema produtivo, podendo afetar vários níveis de uma organização. A alteração do *layout* pode ter a finalidade de: buscar as metas competitivas por melhorar o fluxo de materiais e informações; maximizar a eficiência na utilização de recursos humanos e equipamentos; elevar a conveniência dos clientes e vendas; diminuir os riscos dos funcionários por considerar a ergonomia dos processos; aumentar a moral dos trabalhadores e facilitar a comunicação entre as áreas envolvidas no sistema (KOSTROW, 1996).

Nesse sentido Slack, Chambers e Johnson (2009), listam 8 principais objetivos de um projeto de *layout*, são eles:

1. Segurança Inerente: Os processos oferecem algum tipo de risco, deve ser isolado e permitindo acesso apenas de pessoas treinadas e autorizadas;
2. Extensão do fluxo: Os fluxos devem ser conduzidos pelo arranjo físico;
3. Clareza de fluxo: Os fluxos precisam ser claros e de fácil utilização para os utilizadores;
4. Conforto: Necessita atenção para que os as condições de trabalhos sejam ergonômicas para não prejudicar a saúde dos funcionários;
5. Coordenação gerencial: A supervisão deve trabalhar para que todos tenham fácil acesso a comunicação;
6. Acessibilidade: As maquinas e equipamentos devem estar localizados e posicionados de forma que o pessoal de manutenção e limpeza tenham fácil acesso;
7. Uso do espaço: Deve-se fazer uso adequado do espaço para não exceder os limites de altura e peso;
8. Flexibilidade de longo prazo: No arranjo físico deve estar previsto aumento da capacidade de produtiva da fábrica sem a necessidade de alterações estruturais.

Já Oliveira (2004), destaca dez objetivos de arranjo físico, são eles:

1. Satisfazer o operador;
2. Dar uma aparência mais agradável ao ambiente;
3. Melhorar a produção e reduzir o tempo;
4. Reduzir espaço percorrido pelo funcionário;
5. Economia dos espaços;

6. Facilitar a supervisão;
7. Facilidade no ajuste;
8. Fluxo eficiente que impacte de maneira positiva os clientes;
9. Reduzir a fadiga dos funcionários em relação a desempenhar suas tarefas;
10. Dar segurança e preservar a saúde do funcionário;

Segundo Reinert (2001), o arranjo físico eficiente deve contemplar alguns princípios gerais, como integração, mínima distância, obediência ao fluxo das operações, racionalização de espaço, satisfação, segurança e flexibilidade.

Depois de definido o *layout* deve-se ter atenção ao fazer alterações, pois, de acordo com Slack, Chambers e Johnson (2009), por mais simples que seja a mudança feita em uma unidade fabril pode alterar o fluxo dos materiais e consequentemente afetar os custos e a eficácia dos processos.

Reinert (2001), vem lembrar que o arranjo físico industrial deve ser estudado apenas no desenvolvimento de um novo ambiente, mas também quando há obsolescência das instalações, redução de custos de produção, variação na demanda, ambiente de trabalho inadequado, condições de segurança precárias e manuseio excessivo de materiais. Em meio a obsolescência das instalações, estão aspectos relacionados à produção, tais como a alteração de bens e serviços a serem produzidos, a aquisição de máquinas não planejados previamente, o avanço da tecnologia, necessidade de novos processos de fabricação, aumento da necessidade de estoque, dentre outros fatores. Quando necessita de diminuir os custos de produção, normalmente há cortes de pessoal, troca de equipamentos por outro mais adequado e redução de movimentações de materiais.

Quando acontece a variação na demanda, deve-se verificar se a produção está adequada ao mercado e se o transporte é adequado. Outro aspecto a ser considerado é as condições do ambiente de trabalho pois também são muito importantes, para o desenvolvimento do *layout*, como ruídos, temperatura, vibrações, ventilação e iluminação (REINERT, 2001).

Quanto aos tipos de *layout*, ainda segundo Reinert (2001), os modelos de arranjos físicos são padronizados para suprir determinadas exigências de processo. Os tipos mais populares são:

- Arranjo posicional ou por posição fixa;
- Arranjo funcional ou por processo;

- Arranjo linear ou por produto;
- Arranjo por grupo ou celular.

Já Slack, Chambers e Johnson (2009), apresenta também esses mesmos tipos e complementa com o chamado Arranjo Misto. Dessa forma apresentamos a seguir os 5 padrões mais utilizados.

- O arranjo físico posicional, chamado também de arranjo de posição fixa, segundo Reinert (2001), é caracterizado pela movimentação de trabalhadores, componentes, maquinas e equipamentos visto que é inviável a movimentação do produto em transformação. Segundo, Slack, Chambers e Johnson (2009), isso acontece por dois motivos, ou o produto é muito grande ou ele está em um local delicado em que sua movimentação é inviável.

Um exemplo seria a montagem de grandes máquinas ou equipamentos, navios, prédios, barragens, aeronaves, dentre outros. Nestes casos o que se está produzindo apresenta dificuldades para ser movido devido as dimensões (REINERT, 2001). Como relata, Slack, Chambers e Johnson (2009), temos ainda o arranjo físico posicional devido a local delicado, por exemplo ao fazer uma cirurgia, tratamento dentário, pinturas, fabricação e montagem de equipamentos delicados e perigosos, entre outros.

A Figura 1 é uma representação gráfica de um *layout* posicional em que o produto está fixo e os recursos transformadores são transportados até ele conforme necessidade das operações.

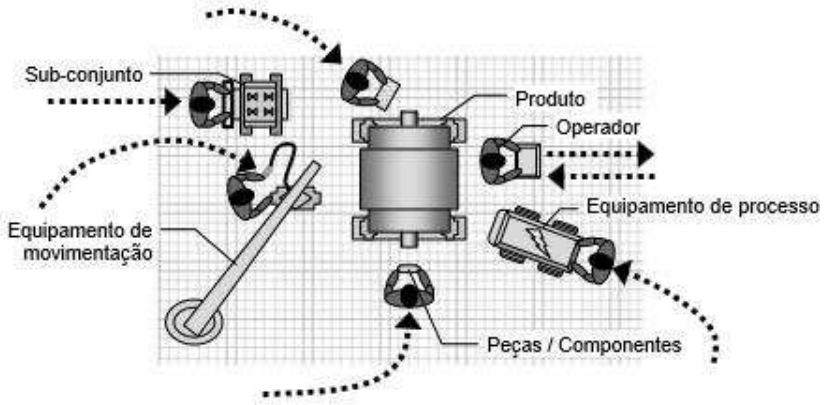

Figura 1: Arranjo físico posicional
Fonte: Alvarenga, 2009

Para Chase, Jacobs e Aquilano (2006), o arranjo fixo implica em uma eficiência baixa, por isso normalmente é utilizado em processos que precisam de grandes arranjos posicionais para agregação de valor ao produto. A eficácia desse modelo está vinculada a programação de acesso ao espaço e a confiabilidade das entregas de materiais pelos fornecedores.

- SLACK *et al*. (1999) afirma que o arranjo físico funcional recebe esse nome, pois todos os processos e equipamentos do mesmo tipo e função são alocados juntos, constituindo um modelo típico de especialização por processo, onde as máquinas que tem operações semelhantes são agrupadas. Este modelo também pode posicionar em um determinado setor operações ou montagens semelhantes. É um tipo de arranjo flexível, que atende as variações de demanda e produtos diversificados, apresentando na maioria das vezes um fluxo longo dentro da indústria. É aconselhado o uso quando existe uma grande diversidade de produtos de demanda pequena. São encontrados exemplos de utilização deste modelo de *layout* na indústria de tecidos ou roupas, empresas de tipografia e em oficinas de manutenção.

MOREIRA (2002) lista como principais características do *layout* funcional:

- Adaptação da linha de produção a vários produtos;
- As redes de fluxos são formadas pelos caminhos que os produtos fazem entre os centros de trabalho;
- Baixa taxa de produtividade se comparada ao *layout* por produto;
- Fácil adaptação dos equipamentos as particularidades apresentadas pelos produtos;
- Ainda comparando ao *layout* por produto, os custos fixos são menores, porém os custos variáveis são maiores.

A Figura 2 mostra um exemplo de um *layout* por processo utilizado em uma determinada linha de produção.

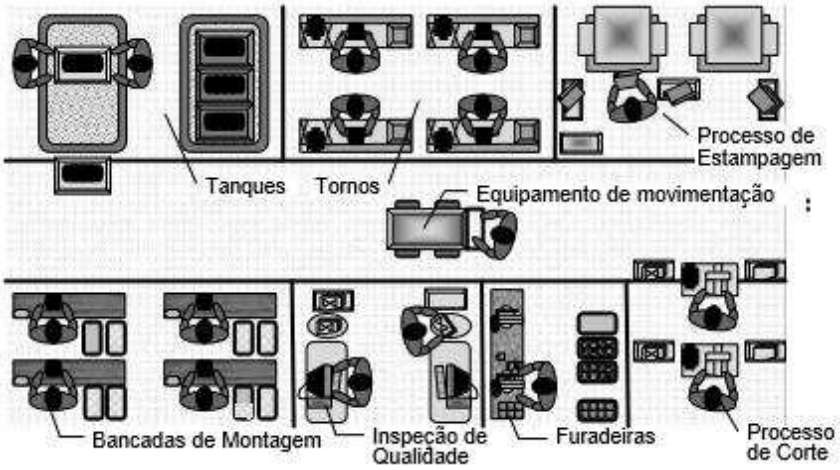

Figura 2: Arranjo físico funcional
Fonte: Alvarenga, 2009

- O arranjo físico celular é caracterizado pelos recursos transformados, entrando na operação, sendo pré-selecionados ir até uma determinada parte do processo, onde estão localizados os recursos necessários para suprir a necessidades imediatas de transformação do produto em questão. A célula pode conter dentro de si modelo de *layout* por processo ou por produto (SLACK et al., 1999).

BLACK (1991) explica que a organização das máquinas de uma célula se assemelha ao *layout* em linha, porém é feito para ter mais flexibilidade. O intuito deste tipo de arranjo é dividir em famílias de produtos à se produzir. Famílias por sua vez são grupos de produtos com características semelhantes, isto é, geometricamente parecidos, com processo de fabricação semelhante, etc. Uma célula então é construída por um conjunto de máquinas responsáveis por uma família de produtos com roteiros de produção semelhantes, ou seja, que precisam passar por operações das mesmas máquinas na mesma ordem de processamento.

Como geralmente a célula possui todos as operações necessárias para terminar as peças de sua família, Lee (1998) expõe as células de manufatura como sendo unidades pequenas e independentes com várias máquinas e operações conhecidas por alguns gerentes de produção como “mini linhas de produção”. Como exemplificado na Figura 3.

Alguns exemplos de arranjo físico celular são:

- A área de maternidade em um hospital pode ser um exemplo, pois raramente os clientes necessitaram do uso de outras áreas do hospital.
- Padaria, lanchonete e açougue de supermercado, também podem ser considerados exemplos pois executam suas atividades independentes e o cliente pode ir ao mercado passar no açougue e na padaria, ou ir somente na lanchonete, dependendo do produto necessário.

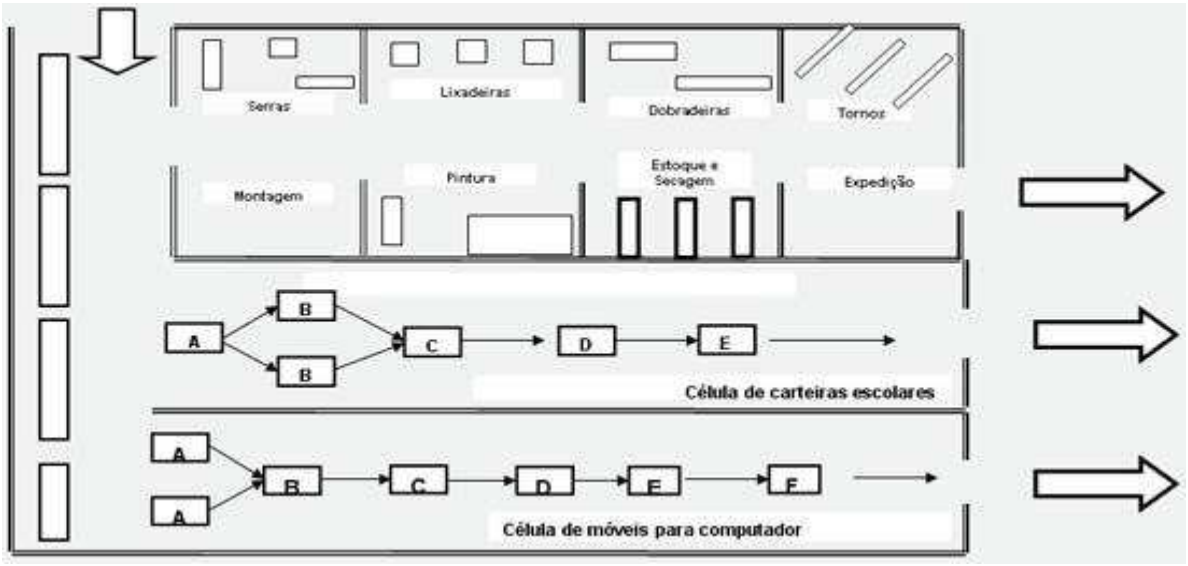

Figura 3: Arranjo físico celular
Fonte: Ritzman & Krajewski, 2004

- O arranjo físico por produto segundo Reinert (2001), consiste na disposição fixa dos bens de transformação voltada para o produto. Os pontos de trabalho como bancadas e máquinas, seguem a mesma sequência de operações necessárias para o produto. Normalmente existe uma máquina de cada gênero, exceto quando há necessidade de máquinas em duplicata para balancear a linha de produção, ou quando o volume de produção deve ser muito grande, especialmente nas linhas de montagem, este *layout* é muito utilizado para produção em massa. Este modelo de *layout* deve ser escolhido quando se tem uma produção uniforme ou de produtos muito parecidos, fabricados em grande escala e com processo relativamente descomplicado. O tempo de processamento de cada produto por máquina é balanceado e as linhas de produção são reguladas para trabalhar na maior velocidade possível, independentemente das carências do sistema. Caracterizando esse sistema como inflexível.

CORRÊA E CORRÊA (2004) ainda explicam que neste modelo de arranjo a eficiência do processo é máxima. Isto porque, em uma linha de montagem as

unidades fluem de uma a uma percorrendo as etapas já pré-ordenadas do processo estas que em geral, estão agrupadas lado a lado, em uma velocidade preestabelecida, de tal forma que haja sempre alguém agregando valor o produto em processo.

Alguns exemplos desse tipo de arranjo são:

- Na manufatura de produtos com processo contínuo como a produção de papel mostrada na Figura 4;
- Em restaurantes self-service ou “bandeijão” fica clara a sequência que deve ser seguida para praticamente todo consumidor.

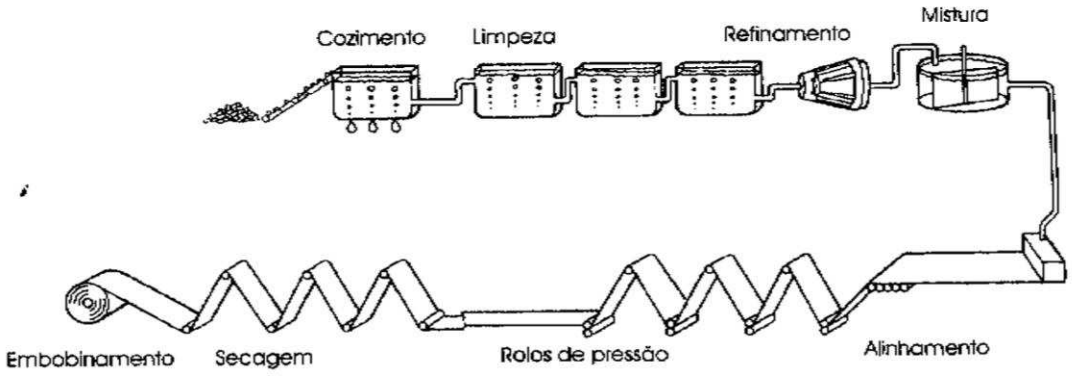

Figura 4: Sequência de processos na manufatura do papel

Fonte: Slack, (2009)

- O arranjo físico misto ou combinado, como também é conhecido corresponde às associações ou “combinações” de vários modelos de arranjos para um determinado processo produtivo. Que pode por exemplo ser uma linha constituída de vários arranjos, segundo a necessidade do processo de fabricação do produto. Muitas vezes para solucionar alguns tipos de demanda os gerentes ou projetam *layout*s mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os modelos básicos de arranjo físico ou, optam por usar tipos tradicionais de *layout* de forma “pura” em partes distintas da operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSON, 2009).

Os gerentes de processos também desenvolvem *layout*s híbridos quando incorporam células e automação flexível, como meio de aumentar a flexibilidade do sistema. (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2005).

Na Figura 5, pode ser observado um exemplo de restaurante com a combinação de todos os modelos básicos de arranjo físico. Sendo no restaurante na parte superior utilizado o arranjo físico posicional, na cozinha no canto esquerdo a

baixo o *layout* por processo, no “bandejão” no canto direito a baixo o arranjo em linha e por fim no buffet na parte direita ao centro o arranjo físico por célula.

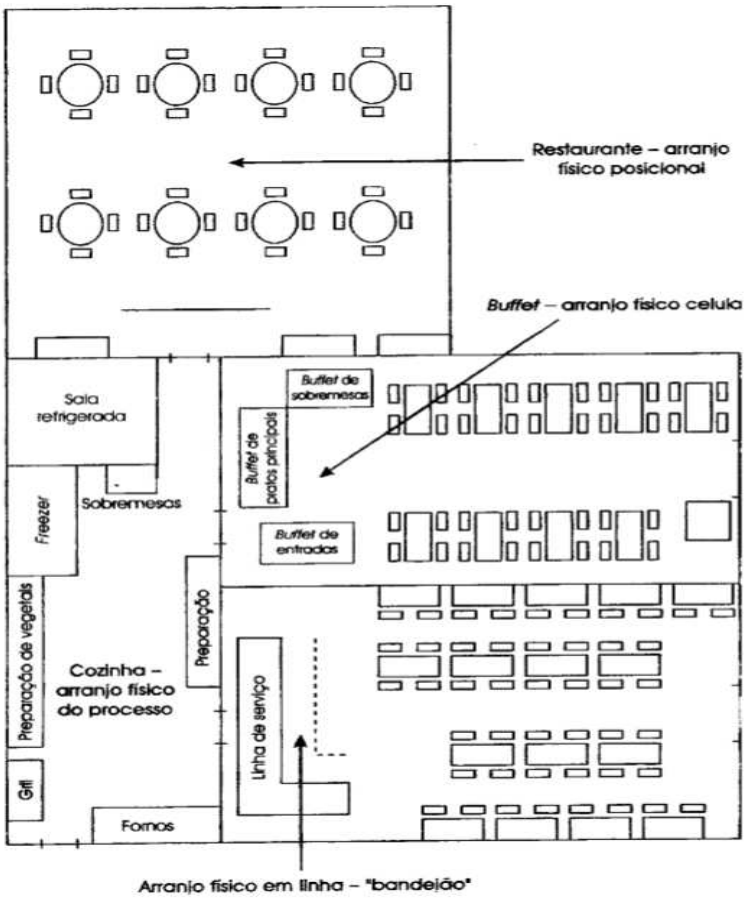

Figura 5: Complexo de restaurante com os 4 tipos básicos de arranjo físico.

Fonte: Slack, 2009

Para Slack (2009), os números de volume e variedade dos produtos que definirá o fluxo das operações.

A Figura 6 ilustra, o gráfico de *layout* mais adequado em função da variedade dos produtos e do volume de produção.

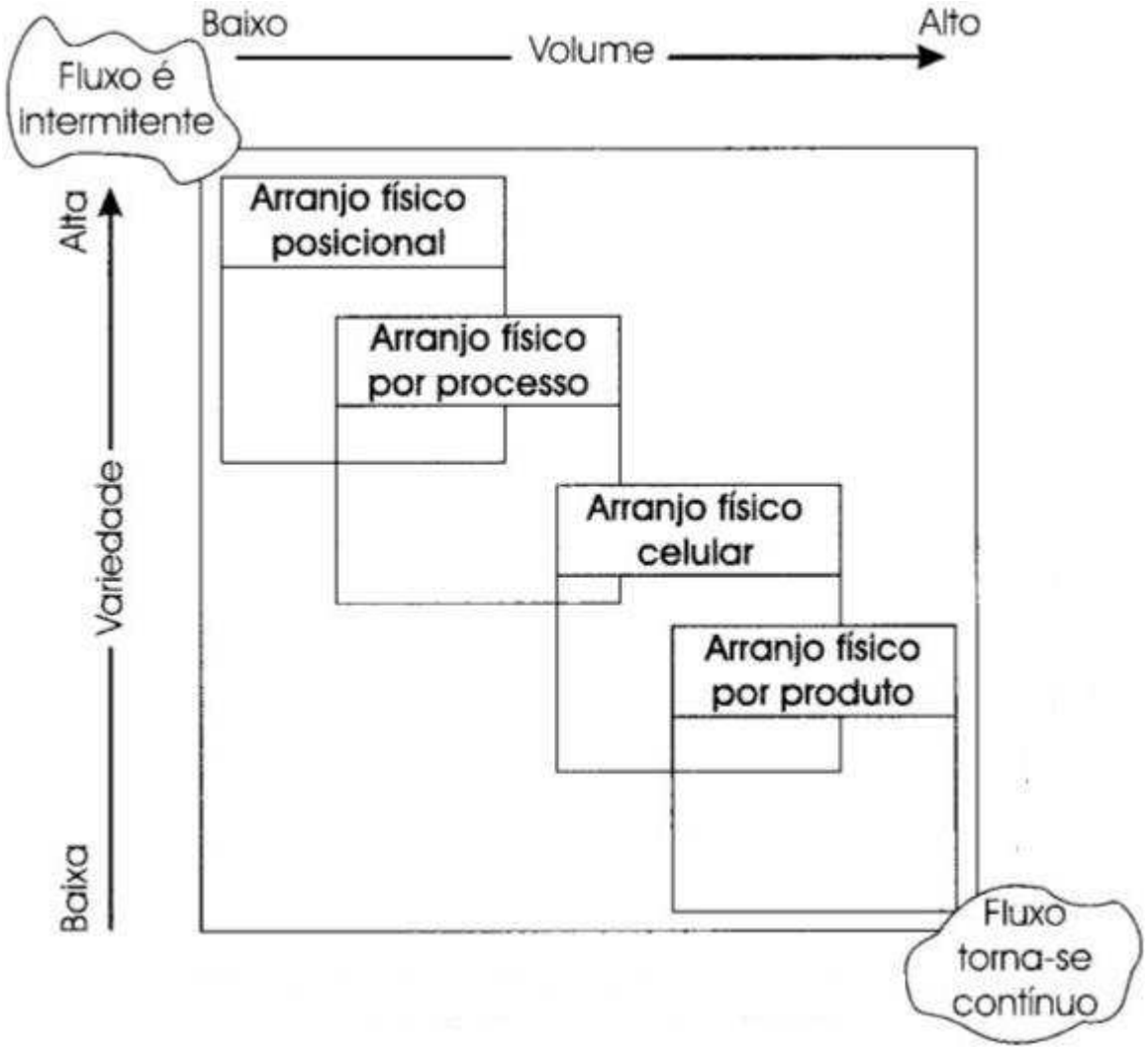

Figura 6: Influencia da variedade e volume nos processos.
Fonte: Slack, 2009

SLACK (2009), também levanta as vantagens e as desvantagens de cada tipo de *layout* como mostra a Quadro 1.

Arranjo físico	Vantagens	Devantagens
Posicional	Flexibilidade de mix Produto não movido Variedade de tarefas	Custo unitário alto Programação de espaços e atividades complexa Movimentação de equipam. e m.o.
Funcional	Flexibilidade de mix Boa reação nos caso de paradas para manutenção Supervisão facilitada	Baixa utilização de recursos Estoques elevados (WIP) Fluxo complexo e indefinido
Celular	Flexibilidade de mix Lead-time baixo Trabalho em grupo	Reconfiguração de equipamento ($) Pode requerer capacidade adicional Pode reduzir utilização dos recursos
Por produto	Baixo custo unitário Especialização de equipamento Fluxo continuado	Baixa flexibilidade de mix Trabalho repetitivo Susceptível a paradas para manutenção

Quadro 1: Vantagens e desvantagens dos tipos básicos de arranjo físico.
Fonte: Slack, 2009

2.2 PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE *LAYOUT*

Na década de 50, Muther (1978), apresentou um método sistemático de análise e projeto de *layout* funcional que se popularizou, denominado método SLP, Systematic *Layout* Planning (Planejamento de *Layout* Sistemático). O método SLP, também chamado de carta de ligações preferenciais, é um instrumento utilizado para o desenvolvimento de *layout* que analisa a relação de importância entre as atividades ou áreas de uma determinada empresa.

CORRÊA E CORRÊA (2004), afirmam que ainda que o método não contemple tendências modernas como o *layout* celular, pode ser proveitoso em determinadas situações especialmente naquelas em que se desenha o projeto de *layout* de operações que processam clientes. Este método prevê a composição de um quadro de relacionamentos que realça a importância de ter os departamentos ou áreas adjacentes. Chase, Jacobs e Aquilano (2006), explicam que em determinados tipos de problemas de *layout*, o fluxo numérico de itens entre os departamentos não é acessível de obter ou não expõe os fatores qualitativos que podem ser fundamentais para a decisão de localização.

Para Tompkins et al (2010), o arranjo físico cuida da distribuição e disposição física dos recursos, tal disposição define os fluxos aperfeiçoando-os dentre os tipos de arranjos: posicional, funcional, linear ou celular abordado por Slack (2009). Entre esses quatro arranjos, o que se destaca pela sua alta complexidade é o projeto de *layout* funcional, e embora seja considerado o mais complexo esse tipo de *layout* geralmente não é projetado de maneira sistemática, e sim feito por intermédio da própria intuição (Lee, 1998). Com relação a planejar de maneira mais estrutural um arranjo físico, Muther (1978), desenvolveu o (SLP – Systematic *Layout* Planning), esse método mesmo desenvolvido há alguns anos ainda se apresenta bastante eficiente, tanto para um novo projeto quanto para a readequação de projetos, servindo de parâmetro para projetos de instalações produtivas. O autor compôs o modelo, fragmentando-o em fases, definidas por:

- Fase I: Localização. É definida nesta parte o local no qual será instalado o novo *layout*.
- Fase II: Arranjo Físico Geral. Neste ponto é determinada a organização de todas as áreas, indicando fluxos e inter-relações, dessa forma derivando o chamado arranjo de block *layout* (arranjo de blocos).
- Fase III: Arranjo Físico Detalhado. Neste estágio define-se o a posição onde serão instalados os equipamentos, maquinários e toda infraestrutura atribuída a produção.
- Fase IV: Implantação. Nesta etapa executa-se todo o planejamento feito nas outras fases.

As fases são interligadas, e mesmo considerando correlação que existe entre elas o escopo do projeto precisa de no máximo duas fases, especialmente quando busca-se reestruturações de arranjos já desenvolvidos em que há maior necessidade de determinadas melhorias. Ainda assim a ordem cronológica de fases deve ser obedecida.

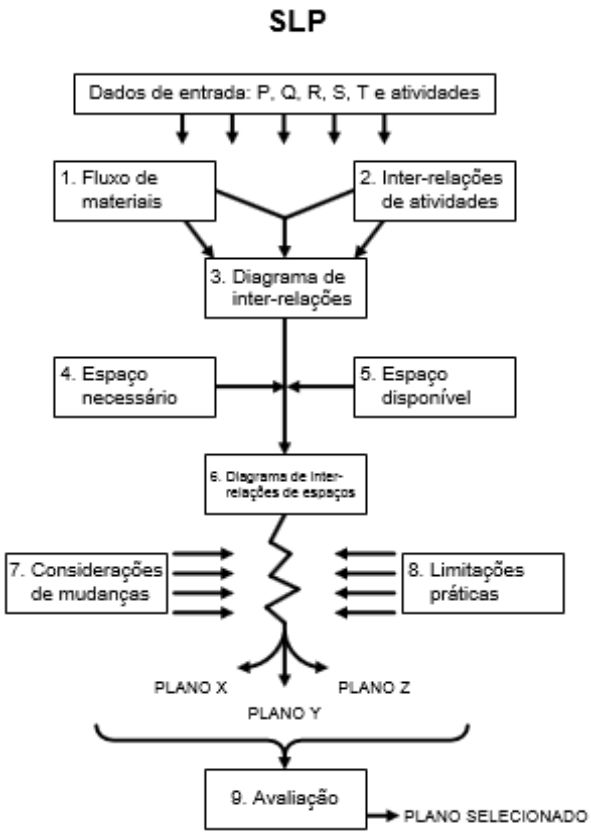

Figura 7: Estrutura de planejamento sistêmico de *layout*.
Fonte: Muther, 1978

A Figura 7 expõe sinteticamente os procedimentos utilizados pelo SLP e todos os elementos envolvidos, sendo eles:

- Dados de Entrada. São os dados das variáveis que devem ser considerados antes de começar a análise do *layout*. Excluindo-se as atividades do processo de produção, as demais variáveis são representadas pelas letras PQRST, cujo significado é: produto (P), quantidade ou volume de produção (Q), roteiro ou sequência do processo de produção (R), serviços de suporte (S) e tempos envolvidos na produção (T).
- Fluxo de materiais. Esta fase normalmente passa a ser predominante nas decisões do projeto do arranjo físico. Nela deve-se definir os fluxos pelas estações de trabalho envoltos, conforme a sequência e a volume do deslocamento de materiais. Nesta atividade são usadas principalmente aquelas ferramentas de análise do fluxo de processos, como: fluxograma, carta de processos múltiplos, carta "de-para", mapofluxograma, etc.

- Inter-relação de atividades. Considerada uma análise de caráter qualitativo, nesta atividade busca-se descobrir a importância da aproximação de determinadas áreas em relação as outras. A ferramenta comumente utilizada nessa tarefa se chama carta de interligações preferenciais (ou também, diagrama de relações), na qual se utiliza a escala A, E, I, O, U, X para mostrar quanto é útil reduzir distancias entre os diferentes setores do *layout*. Assim deve –se dar uma nota a cada dois setores, sendo que a letra "A" significa que é muito necessário estar perto, a letra "U" significa que não faz diferença a proximidade dos setores e por fim, a letra "X" significa que os setores não devem se localizar próximos.
- Diagrama de inter-relações. É uma ferramenta que visa unir o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais. É basicamente uma representação gráfica onde são circulados os locais do *layout* e o tamanho das linhas, indicam o quanto é importante essas áreas estarem perto.
- Espaço necessário É onde é definida a área que necessita para instalação das máquinas e equipamentos.
- Espaço disponível. É avaliada a quantidade de ares disponível para a disposição de máquinas e equipamentos
- Diagrama de inter-relações de espaços. Neste ponto é utilizado o diagrama de inter-relações para criar um arranjo físico prévio, sem esquecer que o espaço requerido a esta altura já foi devidamente adaptado ao espaço disponível.
- Considerações de mudanças. Nesta etapa são considerados os fatores relativos a tipos de processos, modelo de transporte de materiais, necessidades de pessoal, etc para se fazer as adaptações necessárias.
- Limitações práticas. Nesta fase é considerada cada mudança proposta e confrontada com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, segurança, etc.
- Avaliação de alternativas. Para fechar o ciclo devem ser analisados os planos gerados considerando suas limitações e benefícios.

Com a enorme popularização do método SLP, outros autores aplicaram os próprios princípios para criar novas metodologias, e a partir do SLP é desenvolvida

um método chamado de SLP Simplificado que é basicamente a condensação das fases II e III do SLP. Esse método procurou facilitar o desenvolvimento de *layout*s, inclusive o autor apresenta limites que fazem do SLP Simplificado ser de fácil e ideal aplicação com a uso de apenas seis passos que ainda podem ser reduzidos conforme o número de atividades (MUTHER & WHEELER, 2000), sendo:

- 1ª Passo. Reconhecer as áreas de todas as atividades, as funções, e particularidades importantes para instalação; Definir e relacionar a proximidade desejada para cada tarefa. Nesta fase é utilizado um diagrama de relações exemplificado na Figura 8.

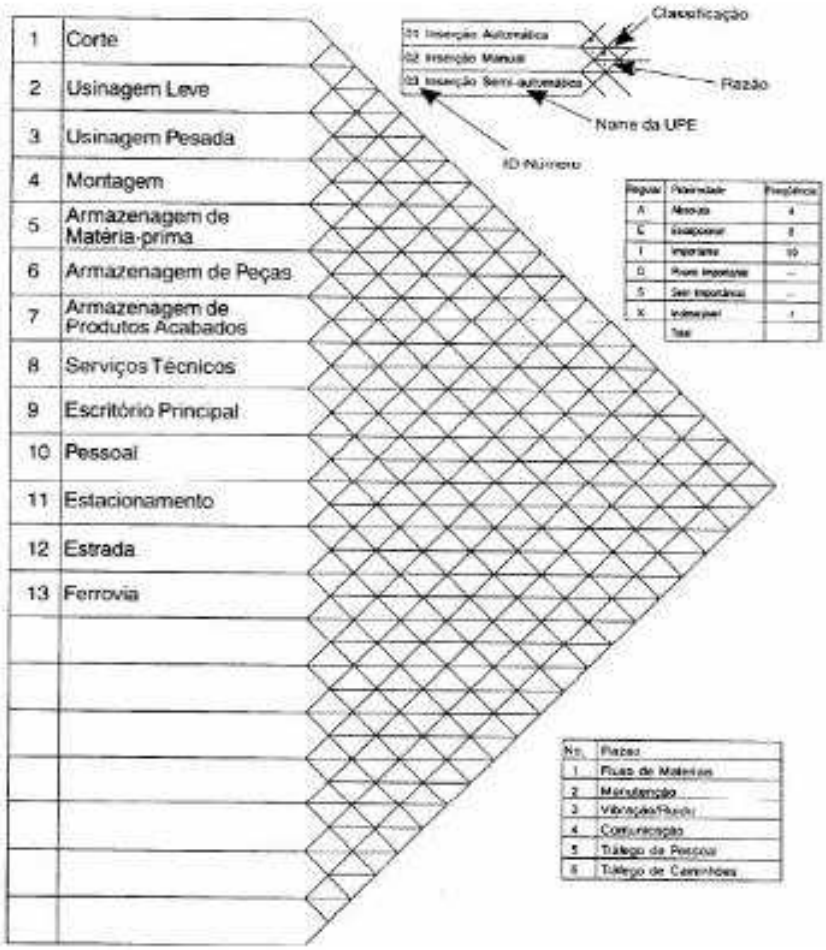

Figura 8: Diagrama de Relações.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

- 2ª Passo. Definir a área necessária para cada atividade, bem como as características físicas e utilidades. A ferramenta de auxilio utilizada neste passo é uma folha das áreas e características das atividades como ilustrada na Figura 9.
-

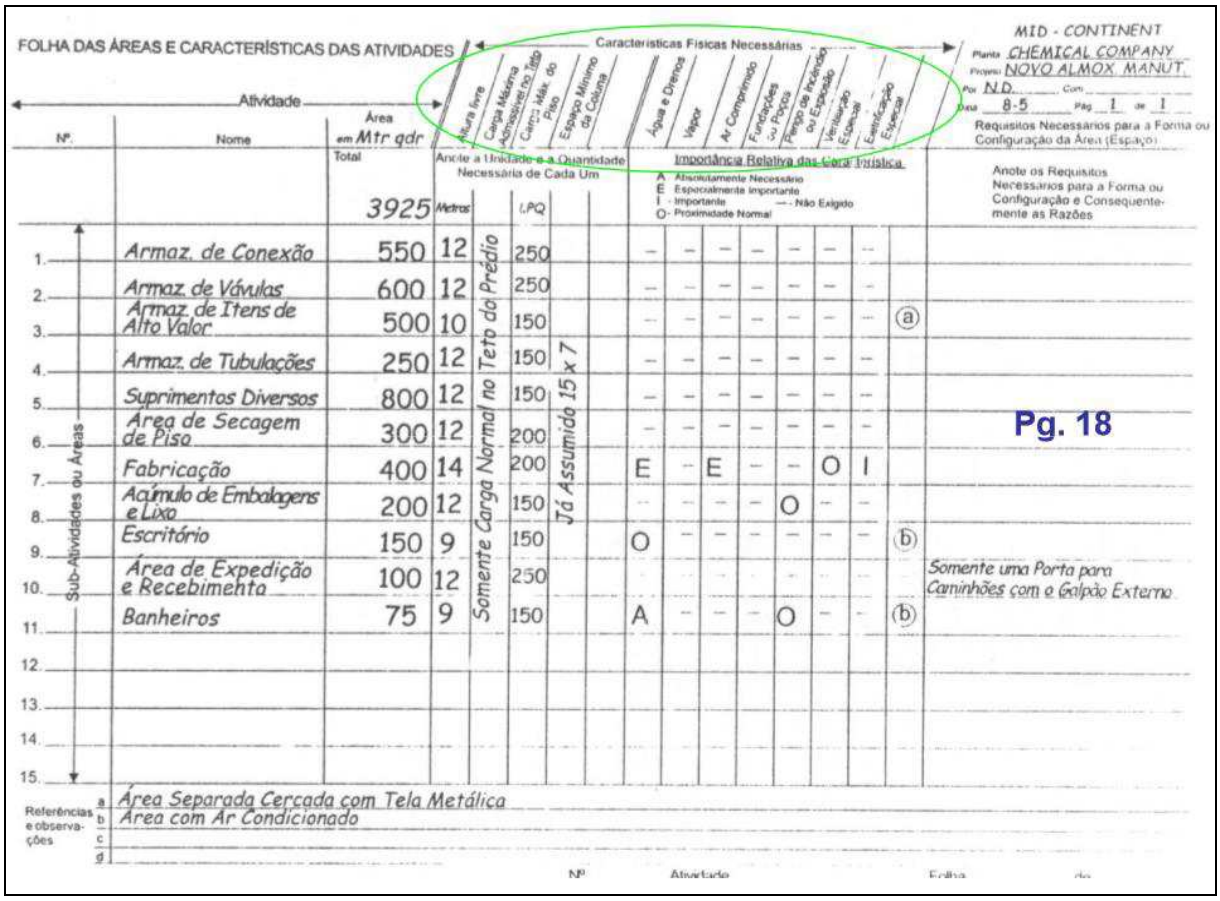

Figura 9: Folha das áreas e características das atividades.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

- 3ª Passo. Esta fase basicamente relaciona as atividades representando graficamente o fluxo, desenvolvendo assim um formato básico inicial ao seu *layout* como mostra a Figura 10.

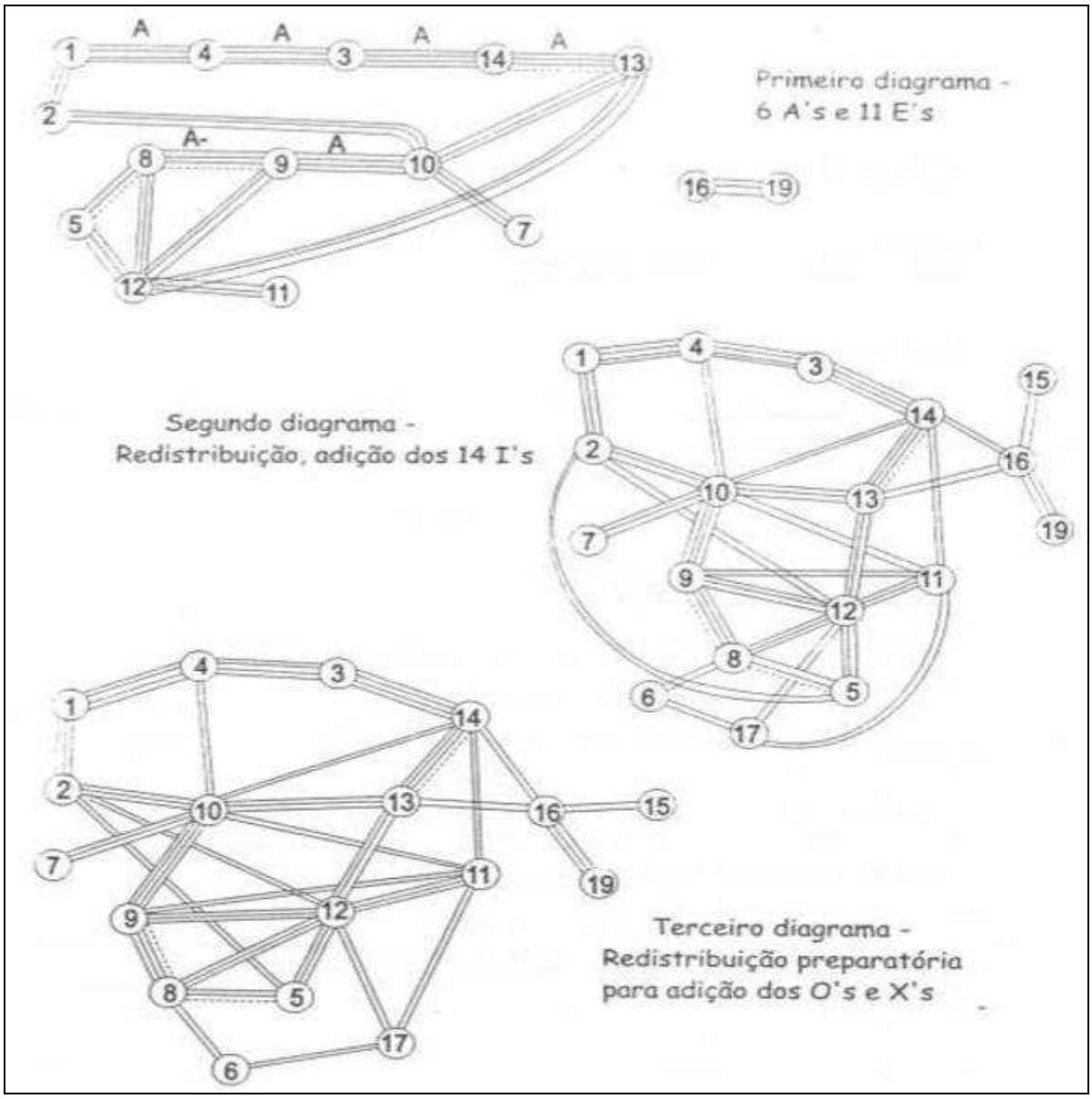

Figura 10: Relacionamento das atividades.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

- 4ª Passo. A função dessa fase é desenhar os *layout*s de relação sobre a planta de espaços, através de uma escala adequada. A Figura 11 ilustra um exemplo de como devem ser desenvolvidos os desenhos agrupado ao relacionamento das atividades.

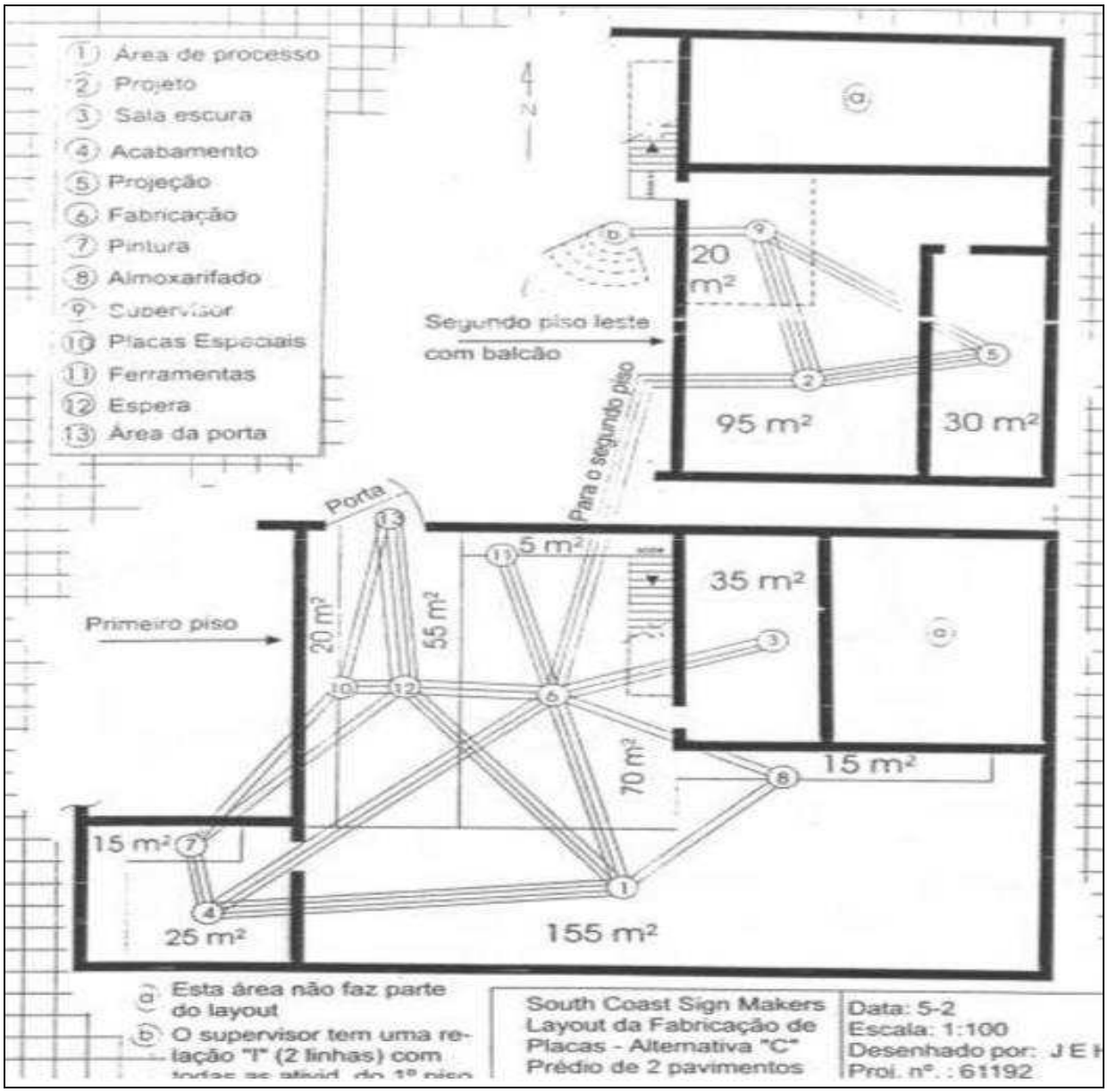

Figura 11: Desenho de *layout* em relação aos espaços.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

- 5ª Passo. Neste passo deve-se identificar cada as possibilidades de arranjo e em seguida selecionar a alternativa mais apropriada através de uma folha de avaliação como mostra a Figura 12.

AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Fábrica/Área: STERLING INSURANCE CO. Projeto: LAYOUT DO ESCRITÓRIO Data: 10-3

Descrição das Alternativas:
a. AGRUPAMENTO – SERVIÇOS PERIFÉRICOS
b. RECEPÇÃO NA FRENTE – SERVIÇOS ATRÁS
c. AGRUPAMENTO – SERVIÇOS CENTRALIZADOS
d. LAYOUT EM "U" COM A SALA DE RECEPÇÃO CENTRAL
e.

Peso atrib. por: J.R.T. Classif. por: L.S. e B.G. Calculado por: B.G.

FATOR/CONSIDERAÇÃO	W.T.	A	B	C	D	E	OBS
1	8	E 24	O 8	I 16	E 24		
2 ADAPTABILIDADE E VERSATILIDADE	4	A 16	A 14	I 8	E 12		
3 EFICIÊNCIA DE MOVIMENTAÇÃO	8	E 24	E 24	I 16	I 16		
4 EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DOS ESPAÇOS	5	E 13	E 15	O 5	O 5		
5 VÍNCULO DOS SERVIÇOS DE SUPORTE	6	I 12	I 12	E 18	I 12		
6 FACILIDADE DE CONTROLE E SUPERVISÃO	10	O 10	E 30	I 15	I 20		
7 APARÊNCIA	3	I 6	E 9	A 12	E 9		
8 USO DAS CONDIÇÕES NATURAIS	2	A 8	I 4	E 6	O 2		
9 ADAPTA-SE COM A ESTRUTURA ORGANIZ. DA EMPRESA	5	E 15	I 10	I 10	I 10		
10 MELHOR PLANO PELO DINHEIRO INVESTIDO	8	A 32	E 24	I 16	E 20		
11							
12							
13							
14							
TOTAIS		160	150	122	130		

OBS: A = QUASE PERFEITO (4) E = ESPECIALMENTE BOM (3)
I = RESULTADOS IMPORTANTES (2) O = RESULTADOS NORMAIS (1)
U = RESULTADOS SEM IMPORTÂNCIA (0)

Figura 12: Folha de avaliação das alternativas.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

- 6ª Passo. Por fim deve-se desenhar o *layout*, apontando às áreas, os equipamentos, as maquinas e outras características individuais de forma bem detalhada como ilustrado no exemplo da Figura 13.

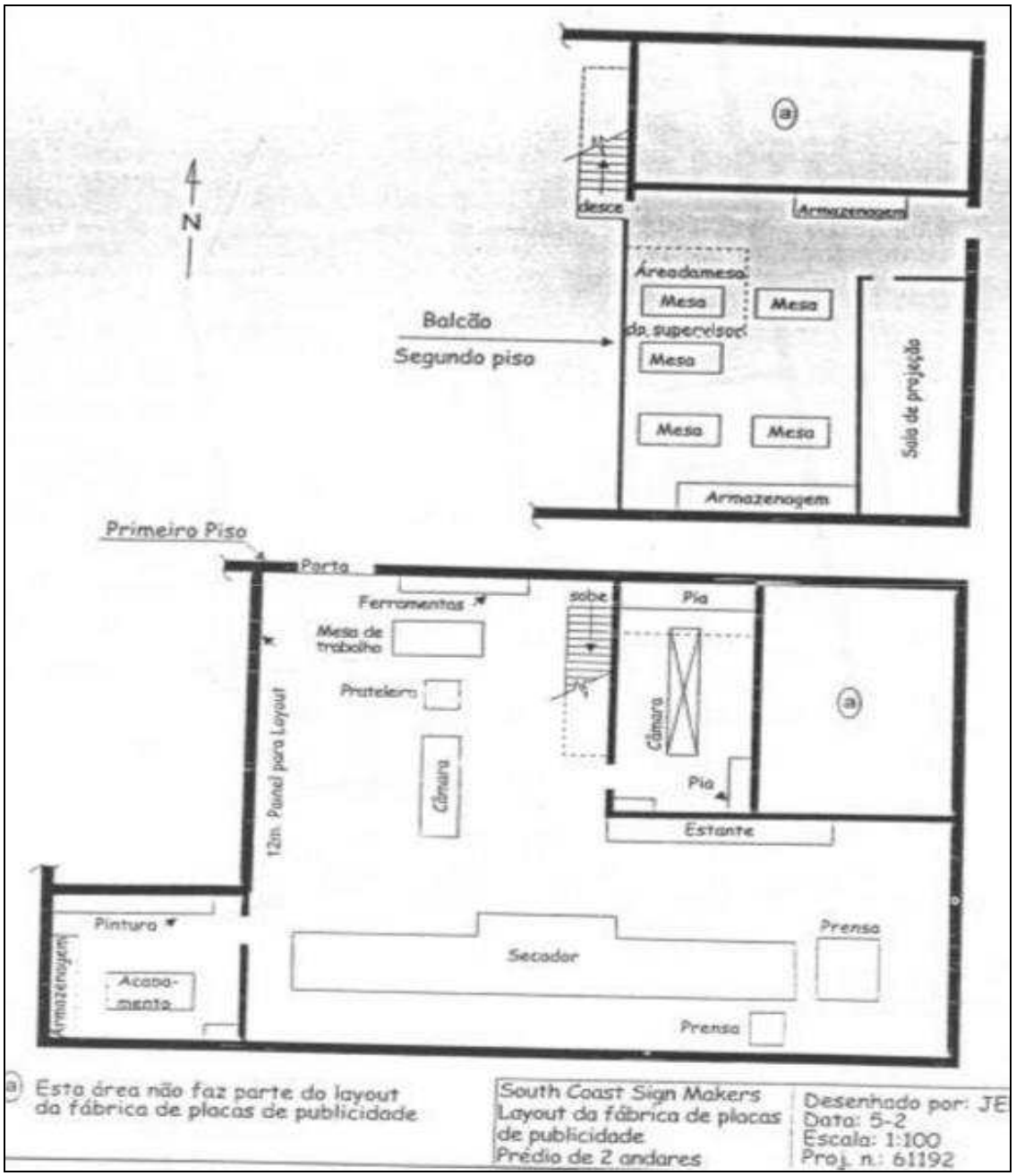

Figura 13: Aplicação em uma fábrica de placas de publicidade de uma rede de varejo.
Fonte: Muther & Wheeler, 2000

Para Muther & Wheeler, (2000), é muito importante seguir essa ordem, pois sempre o passo anterior será a base para o seguinte, por isso cada qual deve ser cuidadosamente desenvolvido e especialmente no detalhar das características principais.

3. METODOLOGIA

3.1 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

A metodologia se atenta em compreender e manipular a realidade, contestando a cientificidade da produção considerada cientifica, além de desafiar a autenticação daquilo que se supõe ser científico (SILVA E MENEZES, 2005).

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Deste modo, o objetivo deste trabalho é apresentar um projeto de *layout* para uma indústria de médio porte, fabricante de vidros temperados, situada em Dourados no Estado de Mato Grosso do Sul. Por tanto se trata de uma pesquisa aplicada, pois é direcionado a solução de problemas específicos em um estudo de caso de caráter qualitativo. Isto porque segundo Silva e Menezes (2005), na pesquisa quantitativa é traduzido informações e opiniões para classifica-las e organiza-las, e neste estudo serão feitas analises qualitativas para interpretar melhor a problemática bem como os fluxos.

3.3 PROCEDIMENTOS

3.3.1 METODOLOGIA UTILIZADA

Também pautado em uma pesquisa bibliográfica. Considerando-se que o critério para a escolha da empresa foi acessibilidade e a oferta de oportunidade. Para atingir aos objetivos deste estudo foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica com base em livros, periódicos, publicações e documentos e registros da empresa referentes ao tema aqui estudado. Outra ferramenta utilizada foi entrevista aplicada com os gestores e funcionários bem como a observação in loco para o desenvolvimento do estudo de caso, caracterizando este trabalho segundo Silva e Menezes (2005), como uma pesquisa exploratória.

3.3.2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa será desenvolvida a partir de uma série de visitas a empresa, sendo essas obtidas através do estágio obrigatório do curso de Graduação em Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal da Grande Dourados. Com o acesso a empresa serão coletados dados, realizadas as medições necessárias das plantas e dos equipamentos, em seguida serão definidos e qualificados os fluxos de processos.

3.3.3 MÉTODO DE ANALISE DOS DADOS

Paralelo a isso será adotado o método de planejamento do arranjo físico SLP de maneira tradicional, visto que é o método mais usado e que se adapta melhor ao decorrente estudo de caso conceitualmente.

Assim sendo, primeiro serão apresentados alguns conceitos e definições, para em seguida trabalhar aspectos práticos relacionados ao planejamento da fábrica, ao projeto de arranjo físico propriamente dito incluindo algumas considerações associadas à definição de sistemas de deslocamento de materiais, ao envolvimento da produção e áreas afetadas e à instalação de máquinas e equipamentos. Para encerrar, serão apresentadas algumas sugestões baseados na experiência descrita neste trabalho.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 REFERÊNCIA DA EMPRESA.

Um dos processos cruciais para o sistema produto da empresa é o processo de temperamento de vidro que se trata de um método secundário de processamento de chapas de vidro, onde o material é sujeitado a um tratamento térmico buscando melhorias em determinadas propriedades do vidro, aumentando assim sua durabilidade e vida útil (TRACCI, 2010).

Segundo Haldimann, Luible & Overend (2008) este gênero de produto é classificado como “vidro de segurança”, pois quando fraturado, desintegra-se em pequenos pedaços com pontas menos cortantes que as dos vidros comuns. É muito usado pela indústria automobilística e construção civil, posto que se consegue melhorar a segurança dos utilizadores.

O vidro temperado possui uma resistência mecânica por volta de três a cinco vezes maior do que a do vidro comum (recozido), posto que, durante o processo de manufatura, o vidro temperado é sujeito a um tratamento térmico de têmpera, que transforma este tipo de vidro em um material mais resistente a choques mecânicos e térmicos, conservando suas características de transmissão luminosa e de composição química (COSTA et al., 2005).

Mas também, Tracci (2010), afirma que esse tipo de produto possui uma desvantagem: após o processo de têmpera, o vidro não possibilita novos processamentos de cortes, furos ou recortes, isto é, o vidro necessita estar em sua forma final antes do processo de têmpera.

Diante disto, plantas industriais deste ramo necessitam de dados exatos referentes ao número de peças a serem produzidas para iniciar o processo de produção. A produção da fábrica segue, predominantemente, o sistema puxado, exceto para algumas peças que são feitas sob medidas para alguns clientes. O que faz do tempo de atravessamento um fator muito relevante neste mercado.

Contudo, foram observados problemas na empresa de ordem organizacional, que conturbavam o fluxo na planta industrial, isto porque, muitas vezes peças de urgência se misturavam em peças de carregamentos futuros, demorando para

serem localizadas quando percebe-se a falta para concluir determinado carregamento, além de necessitar alguns funcionários na localização destas peças.

Estes problemas se relacionam diretamente com o *layout* visto que segundo a literatura revisada a boa parte dos problemas organizacionais das empresas estão ligados a má gestão do arranjo físico utilizado. Dessa maneira, iniciamos o SLP para posteriormente sugerir melhorias.

4.2 DEFINIR A RELAÇÃO DOS PROCESSOS.

Com o intuito de reconhecer quais áreas são utilizadas para quais atividades e identificar o grau de importância de proximidades, e as particularidades de cada setor, foram necessárias conversas informais com os colaboradores da empresa, além de uma série de visitas. E com os dados obtidos, foi possível construir o arranjo físico atual como mostra a Figura 14 e estabelecer ligações entre os setores utilizadas posteriormente na criação do diagrama de relações.

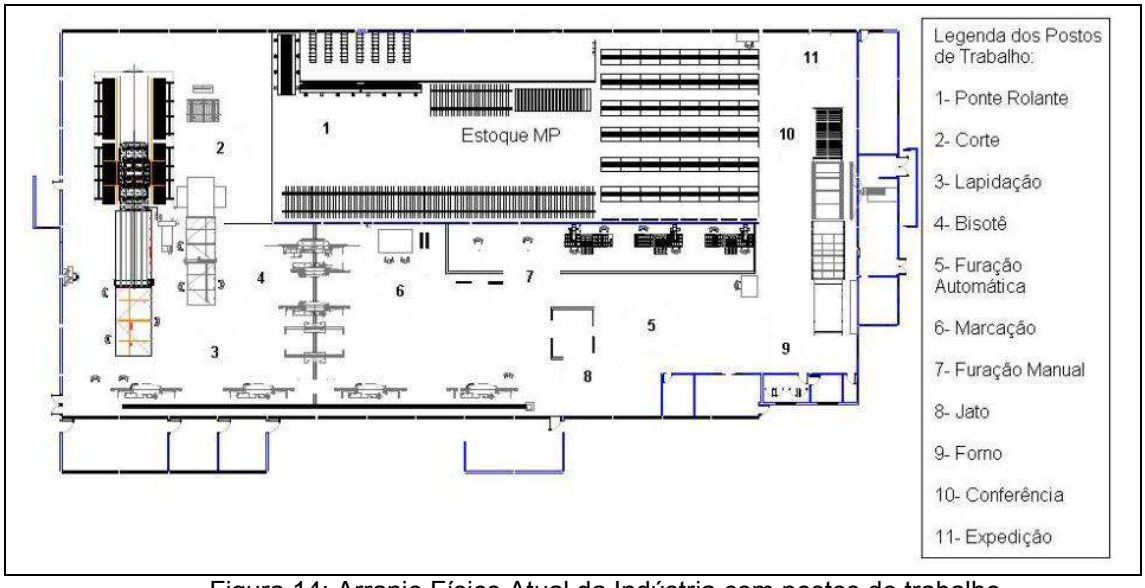

Figura 14: Arranjo Físico Atual da Indústria com postos de trabalho.

A partir do arranjo físico atual, esboçado na Figura 14, é possível observar alguns fatores relevantes que podem comprometer o bom funcionamento, bem como limitações físicas caso ocorra um aumento repentino da demanda e questões como segurança e ergonomia.

Visto isto, para melhor compreender a ordem e o tipo dos processos foram listadas as operações e criado o fluxograma da empresa como representado na Figura 15.

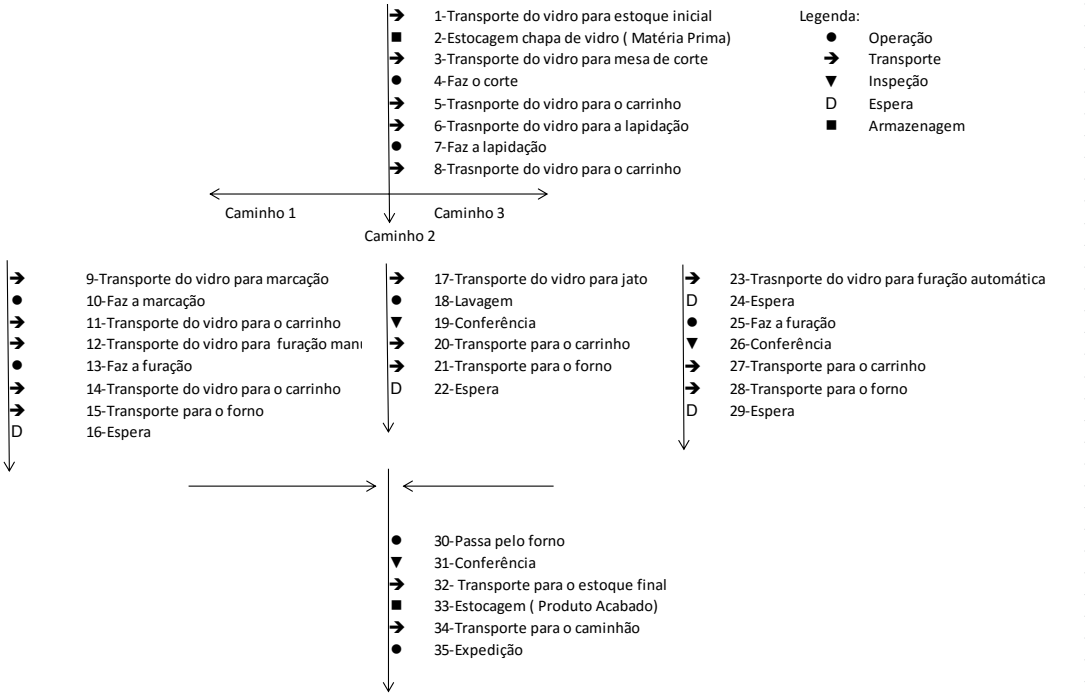

Figura 15: Fluxograma da Fábrica de Vidros Temperados.

Diante disto, foi iniciado um processo seguindo a metodologia SLP, que nesta etapa consiste na construção do Diagrama de Relações como representado na Figura 16, foi desenvolvido junto a gerência com informações discutidas durante as reuniões.

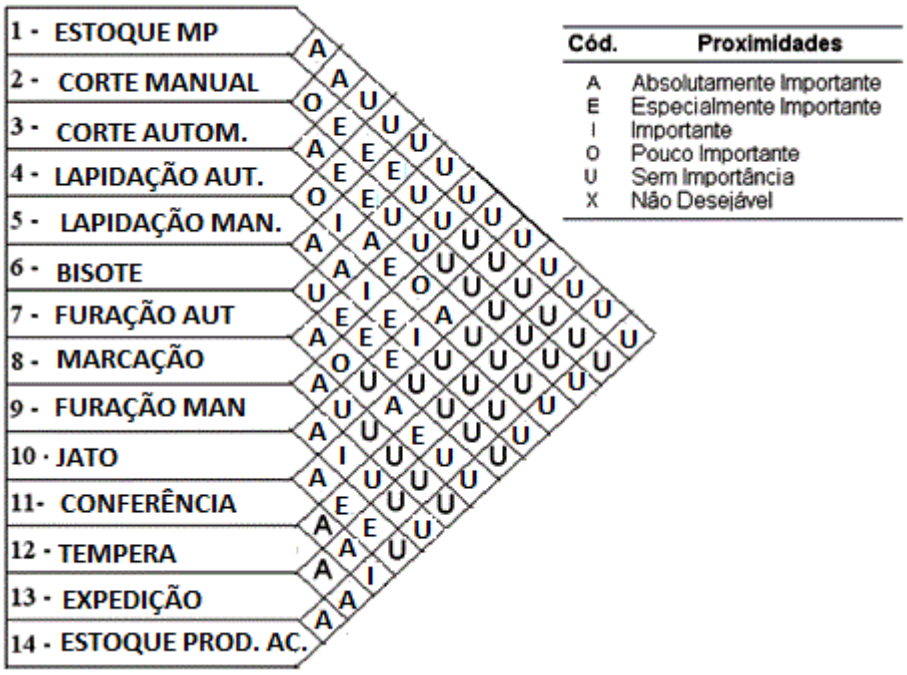

Figura 16: Diagrama de Relações da Fábrica de Vidros Temperados.

Analisando o diagrama pode-se verificar, de forma simplificada, o grau de relação entre os setores. Definindo assim quais devem estar próximos e quais devem estar distantes no novo arranjo. Esta etapa inicial é muito importante, visto que aponta quais pontos devem ser analisados para que a confecção do projeto satisfaça as carências reais da indústria.

4.3 LISTAR OS REQUISITOS PARA O BOM FUNCIONAMENTO DO FLUXO

Com intuito de apontar as carências próprias do *layout*, foram analisadas as medições feitas a partir da observação técnica do cotidiano da indústria, além de depoimentos informais dos trabalhadores. Assim como, o desenvolvimento do diagrama de relações produzido na etapa inicial, foi de fundamental importância para finalizarmos o segundo passo, a confecção de uma Folha de Operações do Processo, de modo que pode ser conferido na Quadro 2.

Passo	Distância (m)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Armazenagem	Descrição dos Passos
		●	➔	▼	D	■	
1	17		X				Transporte do vidro para estoque inicial
2						X	Estocagem chapa de vidro (Matéria Prima)
3	23		X				Transporte do vidro para mesa de corte
4		X					Faz o corte
5	1,5		X				Trasnporte do vidro para o carrinho
6	2,5		X				Trasnporte do vidro para a lapidação
7		X					Faz a lapidação
8	4		X				Trasnporte do vidro para o carrinho
9	13		X				Transporte do vidro para marcação
10		X					Faz a marcação
11	2,5		X				Transporte do vidro para o carrinho
12	6,5		X				Transporte do vidro para furação manual
13		X					Faz a furação
14	6,5		X				Transporte do vidro para o carrinho
15	13		X				Transporte para o forno
16					X		Espera
17	5		X				Transporte do vidro para jato
18		X					Lavagem
19				X			Conferência
20	2		X				Transporte para o carrinho
21	17,5		X				Transporte para o forno
22					X		Espera
23	1,4		X				Trasnporte do vidro para furação automática
24					X		Espera
25		X					Faz a furação
26				X			Conferência
27	2,5		X				Transporte para o carrinho
28	13		X				Transporte para o forno
29					X		Espera
30		X					Passa pelo forno
31				X			Conferência
32	14		X				Transporte para o estoque final
33						X	Estocagem (Produto Acabado)
34	24		X				Transporte para o caminhão
35		X					Expedição
Total (metros)	**Caminho 1**	**Caminho 2**	**Caminho 3**				
	127,5	**110,5**	**102,9**				

Quadro 2: Folha de Operações do Processo da indústria.

A Quadro 2 mostra os processos e dimensiona o espaço atual ser percorrido entre cada estação de trabalho no projeto do *layout* e indica a distância e as particularidades para o bom funcionamento de cada uma delas.

4.4 CORRELACIONAR AS ATIVIDADES ATRAVÉS DE DESENHOS.

Com a intenção de arquitetar de forma gráfica um *layout*, foi preciso examinar o diagrama de relações (Figura 16), bem como a mapa do processo (Quadro 2). Para concluir o terceiro passo desta ferramenta, foi inicialmente projetado um desenho onde representa a correlação do arranjo físico atual, como é apresentado na Figura 17.

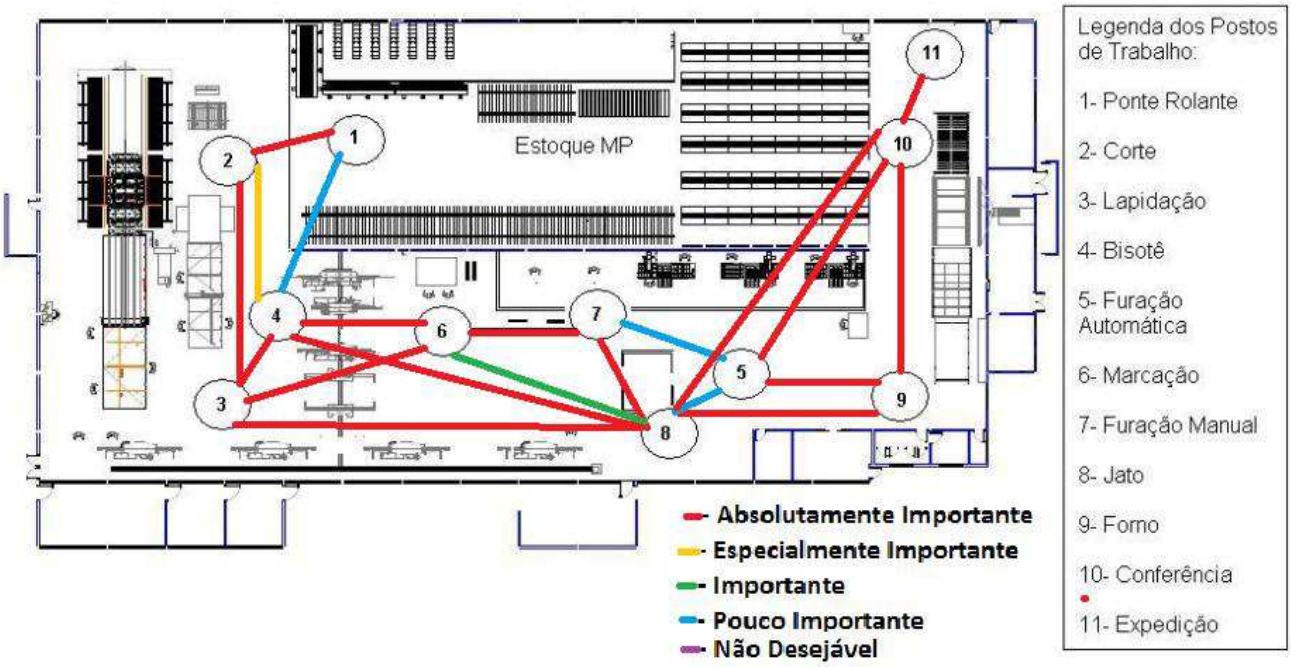

Figura 17: Representação da correlação atual.

A Figura 17 mostra que no arranjo físico atual a maior parte dos pontos que possuem correlação mais forte intuitivamente foram alocados próximos e em sequência, caracterizado por um arranjo físico misto ou combinado, se aproximando mais de uma mistura de arranjo por produto com algumas ocorrências de arranjo funcional. Esta parte funcional pode ser observada em quase toda a planta, visto que, por exemplo: as mesas de corte manual e automática estão situadas próximas e em paralelo, assim como as lapidadoras manuais e automáticas, e as maquinas de furação também manuais e automática. No entanto, se visto de forma mais geral, todo o *layout* está organizado por produto de forma linear em “U”.

Nesta etapa, ainda não é explicita a imprescindibilidade da alteração no arranjo físico. Porém, segundo relatos e depoimentos dos funcionários, quando ocorre um aumento relevante na demanda, aparecem perturbações no fluxo do sistema.

Ainda assim, deve-se processar as peças com prioridade maior e, consequentemente, deixar as peças de carregamentos posteriores em espera para serem processadas em um momento oportuno. Para que isto ocorra é necessário organização e distinção das peças.

Para tanto, as peças em espera necessitam de um espaço para serem alocadas. E como a distribuição das máquinas que possuem uma correlação forte

foram colocadas bastante próximas para um fluxo mais rápido, não foram respeitados estes espaços para a organização das peças em produção.

Neste sentido, deve ser criado espaços para alocar os “carrinhos” de transporte interno de peças, para a separação e organização das mesmas, e a inclusão de um abastecedor de linha, sendo necessário principalmente nos gargalos do processo, que se encontram entre o processo de corte e lapidação; entre a lapidação e a furação automática, e na entrada do forno.

Além disto, na proposta a seguir foi adicionado um ponto de conferência próximo à entrada da tempera (forno), para evitar o retrabalho, considerando que a peça depois de temperada não pode ser modificada, o que fora decidido em reuniões com os gerentes da fábrica.

Assim, a Figura 18 representou uma sugestão de melhoria para o arranjo físico atual (As partes com destaque em alaranjado representam as alterações propostas). Estas alterações são propostas com o intuito de criar espaços necessários em meio ao processo para melhor alocar peças de carregamentos futuros que já foram iniciadas, porém, não convém processa-las imediatamente.

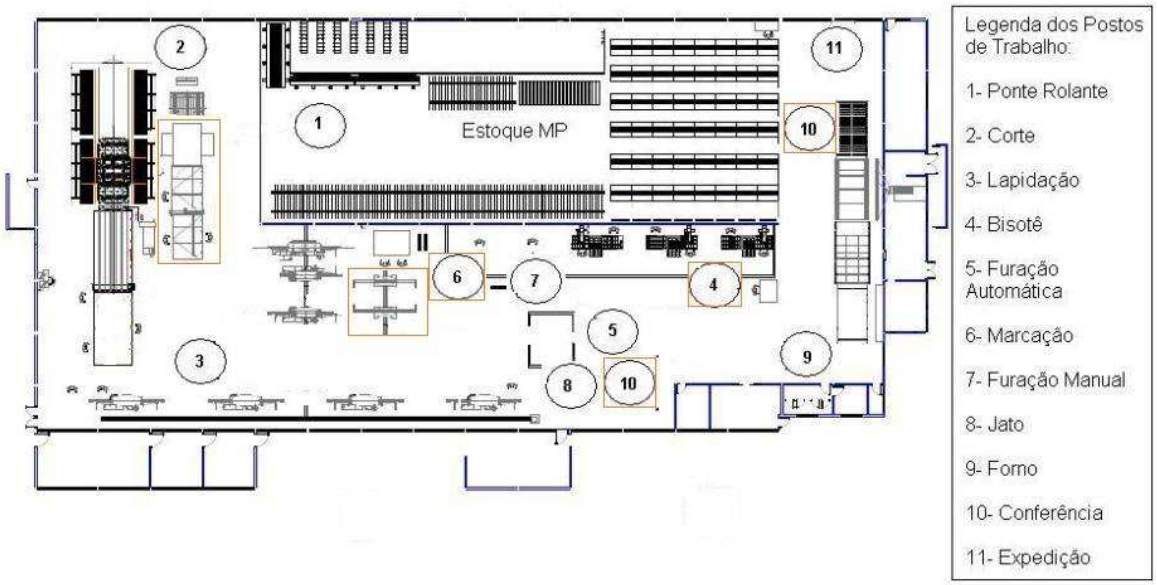

Figura 18: *Layout* indicando sugestões propostas para indústria.

A Figura 18 mostra o *layout* com as pequenas alterações sugeridas anteriormente para a melhor adaptação do fluxo de atividades. Após concluída esta etapa, a proposta foi comparada ao *layout* atual da empresa, seguindo a lógica do

SLP, dessa maneira pode-se proceder com a tomada de decisão em relação às mudanças que seriam implementadas.

4.5 ESBOÇO COM ILUSTRACÃO DA ÁREA DESTINADA A RESPECTIVA ATIVIDADE.

Na elaboração desta etapa, foi comparado visualmente o desenho feito no passo anterior, com o desenho da planta atual com as atividades. Sendo esta primeira a planta existente atualmente dada na Figura 19. Seguida da Figura 20 que representa de forma ilustrativa o projeto proposto para o novo *layout*.

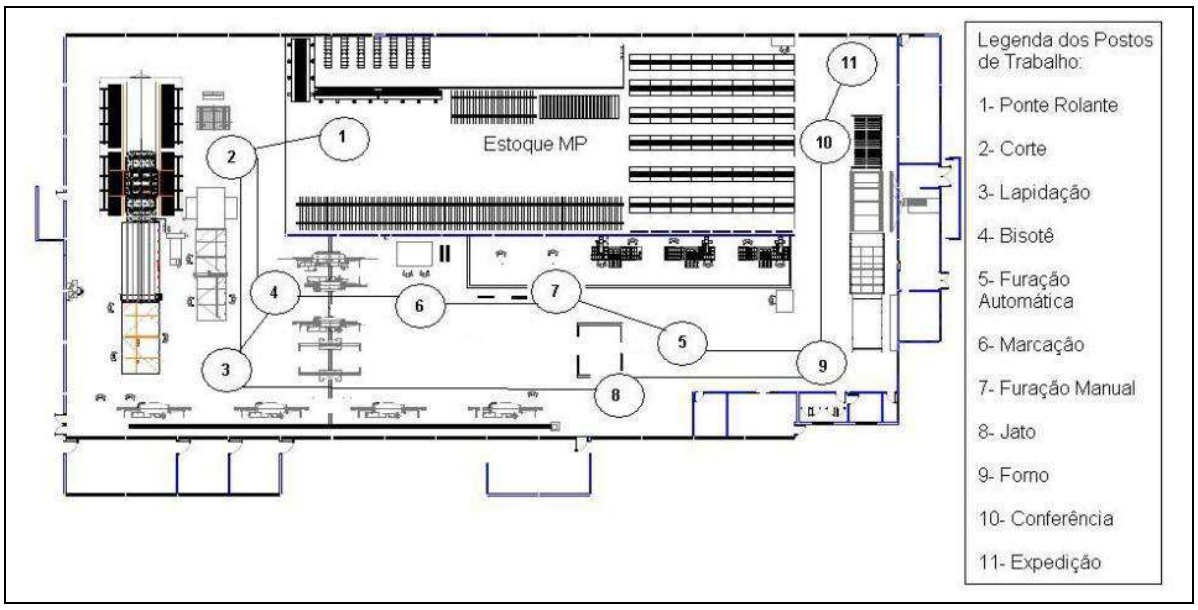

Figura 19: *Layout* atual em relação aos espaços.

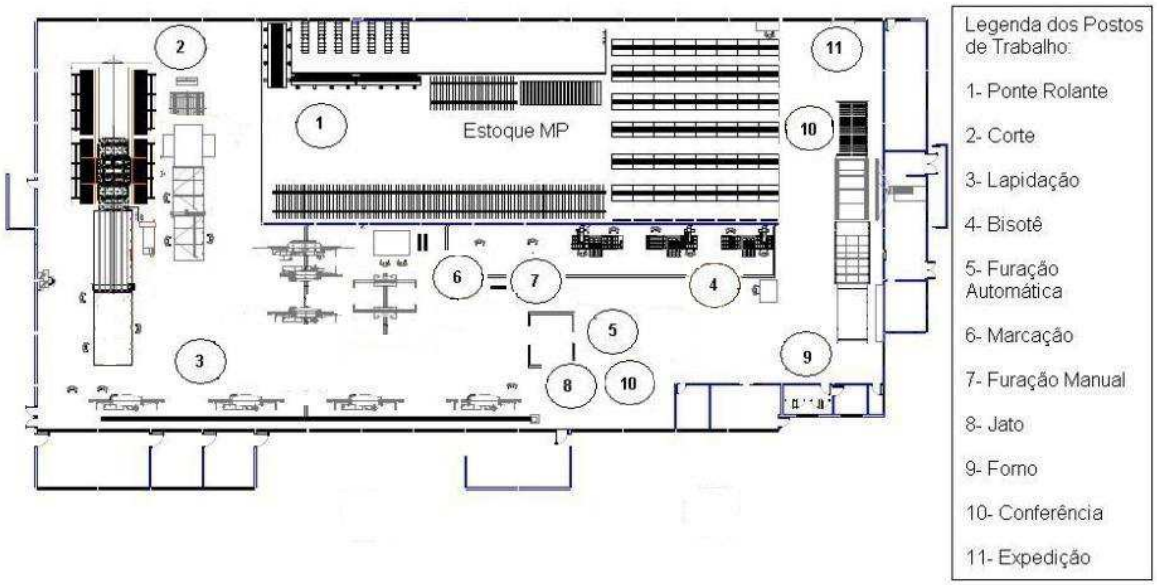

Figura 20: *Layout* proposto em relação aos espaços.

4.6 SELECIONAR O ARRANJO FÍSICO MAIS ADEQUADO

Nesta fase, avalia-se qual *layout* melhor se adequa a sequência de atividades. Definindo a conveniência de manter o arranjo físico atual ou seguir a nova proposta. Com a intenção de fazer uma boa verificação, foi feito uso de uma folha de avaliação de alternativas, que é, basicamente, selecionar variáveis consideráveis para uma boa decisão e atribuir valores como notas, isto foi feito de acordo com os pesos e as notas definidos pela gerência, como pode ser visto na Tabela 1.

Avaliação de alternativas					
Fábrica de vidros temperados				Autoria: Raul Ozelin S.da Silva	
		Arranjo atual		Arranjo Proposto	
Fator considerado	Peso	Nota	Nota corrigida	Nota	Nota corrigida
Utilização de equipamentos	8	6	48	8	64
Eficiência de movimentação	7	4	28	9	63
Eficiência de utiização de espaços	6	5	30	9	54
Vinculo de serviço e suporte	7	6	42	7	49
Adaptabilidade e versatilidade	8	8	64	9	72
Facilidade de controle e supervisão	7	8	56	8	56
Aparência	3	9	27	8	24
Uso das condições naturais	6	10	60	5	30
Adapta-se a estrutura organizacional da empresa	5	9	45	7	35
	Total		400	x	447

Tabela 1: Folha de avaliação das alternativas de *layout*.

A folha de avaliação, Tabela 1 resultou em 47 pontos a favor do *layout* proposto, desta forma, determinamos que o arranjo proposto levará a indústria condições superiores de trabalho, potencializando o fluxo e consequentemente a qualidade do serviço.

4.7 PORMENORIZAR O *LAYOUT* ESCOLHIDO.

Nesta etapa final, ilustramos o *layout* detalhado. Representando as áreas, os equipamentos, entre os outros detalhes, como delineado na Figura 21.

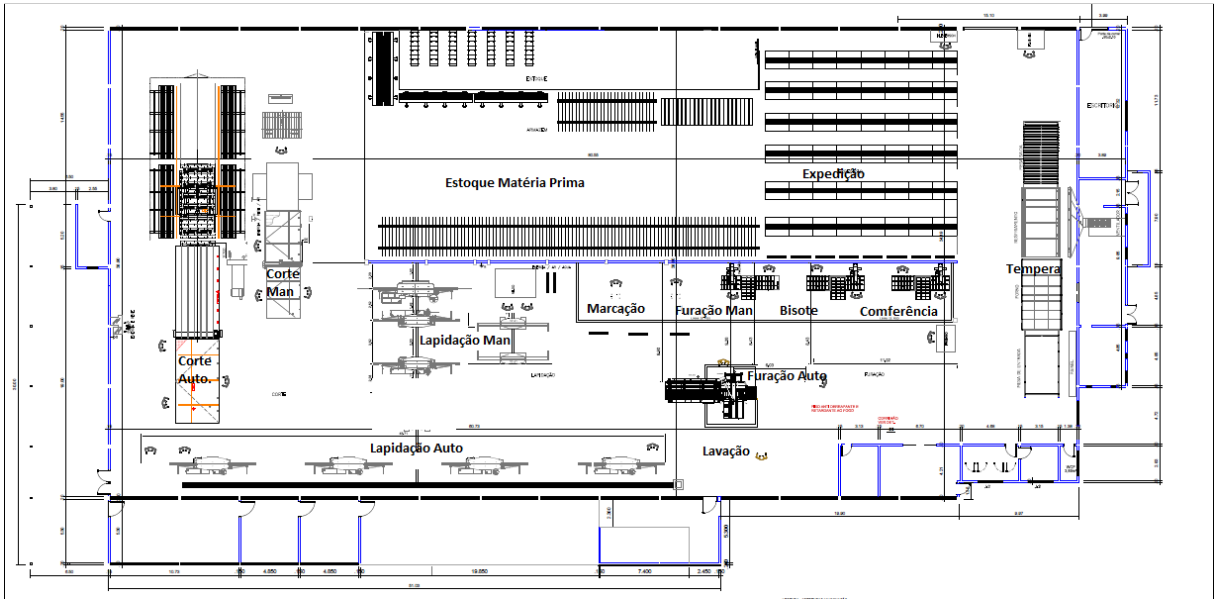

Figura 21: *Layout* proposto detalhado da indústria.

Finalizado todos os passos, foi detalhada de maneira clara, a proposta do novo arranjo físico, considerando aspectos característicos da ótica da engenharia de produção, com o intuito de melhorar a organização, os fluxos e os resultados operacionais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se desenvolve um projeto para implantação ou adaptação do arranjo físico de um ambiente, é de fundamental importância conhecer bem a finalidade que de que o local terá e os objetivos propostos pela gerência; assim como explorar detalhes e particularidades de tudo que ocorrerá naquele determinado espaço.

Encontram-se disponíveis atualmente uma infinidade de ferramentas capazes de contribuir para o desenvolvimento de um arranjo físico, em vista disto é essencial basear-se em uma fundamentação teórica para compreender qual a ferramenta melhor se enquadra ao trabalho que será elaborado. Dentre estas ferramentas está a SLP - *Systematic Layout Planning* que foi consolidada nos anos 70, com um método fácil e de claro entendimento, sendo uma ferramenta já consolidada, sendo selecionada para a construção do projeto.

O trabalho desenvolvido resulta de uma inquietação com as perturbações ocorrentes nos fluxos do processo produtivo da fábrica de vidros temperados, visando redução do tempo de atravessamento dos pedidos, a criação de um *layout* melhor e a organização na movimentação de materiais. Neste sentido, evidencia-se o cumprimento do objetivo geral da pesquisa, tendo em vista que foi produzido um novo modelo de *layout* com melhorias para o fluxo do processo, conforme apresentado anteriormente.

Os objetivos específicos, estão diretamente ligados ao modelo criado, visto que a criação de espaços adequados para as peças em espera tornará o ambiente mais organizado, evitando a procura de peças urgentes em meio as de cargas futuras, reduzindo a movimentação interna de materiais, bem como o tempo de atravessamento de pedidos, assim conciliando os objetivos da empresa com projetos de fábrica para a criação de um *layout* adequado.

Para viabilizar a implantação do projeto, procurou-se selecionar alternativas com execução de baixo custo, sem a interrupção da produção, trazendo melhorias considerável de desempenho e reduzindo a obstrução do fluxo de processo. Isto está diretamente ligado à disposição da empresa em empenhar-se em melhorias sucessivas ao longo do tempo e das variações de demanda, ao invés de deixar que problemas inesperados ocorram e sejam necessárias ações emergenciais.

Assim sendo, pode-se afirmar que proposta desenvolvida proporciona maior flexibilidade, descongestionando das operações que estão comprometidas no atual *layout* da indústria. E que o uso da ferramenta SLP, apesar de ser uma ferramenta simples e de fácil utilização auxilia para a obtenções de melhorias consideráveis para a organização da fábrica. Por fim, o estudo de adequação do arranjo físico para o processo deve ser feito constantemente de modo a evitar possíveis problemas futuros e obtendo uma melhoria continua relacionado à melhoria do processo e produção e diminuição do tempo de operações.

Bibliografia

ALVARENGA, C. ***Materiais e processos de produção IV***, Escola Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Produção PRO 2721 Maio/2009

BLACK, J. T. ***O projeto da fábrica com futuro***. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1991.

CARVALHO, P. C. (2000). **Recursos humanos**. Campinas: Alínea.

CAMPOS, V. F. TQC: **Controle da qualidade total no estilo japonês**. 6. ed. Rio de Janeiro; Fundação Christiano Ottoni Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CHASE, R. B.; JACOBS, R.; AQUILANO, N. J. ***Administração da produção para a vantagem competitiva***. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, L.H.; CORRÊA, C. A. ***Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica***. São Paulo: Atlas, 2004.

COSTA, S.; MIRANDA, M.; VARUM, H.; TEIXEIRA DIAS, F. ***As potencialidades dovidro como material estrutural***. Lisboa: Loja da Imagem, 18 de Novembro, Engenharia e Vida, Vol. 18, 2005.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. ***Production and operations management***. South-Western College Publishing. 8.ed 1999.

GONÇALVES FILHO, E.V. ***Arranjo físico de fabrica: um modelo para o processo de projeto e um algoritmo genético para formação de células de fabricação***. Tese . EESC, USP. São Carlos, 2001

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

HALDIMANN, M.; LUIBLE, A.; OVEREND, M. ***Structural Use of Glass***. Switzerland: International Association for Bridge and Structural Engineering, 2008.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. ***Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na práftica***. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

KOSTROW, P. ***The facilities planning process***. Facilities Planning, Executive, p. 10-14, May-June, 1996.

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

MOREIRA, D. A. ***Administração da produção e operações*** – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002

MUTHER, R. ***Planejamento do layout: sistema*** *SLP*. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

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

OLIVEIRA, D. P. R. ***Sistemas, Organização e Métodos: Uma abordagem gerencial***. 14 ed. São Paulo, Atlas 496p, 2004.

REINERT, A. F. ***Layout de Fábrica com base no Supply Chain***. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de pós-graduação, lato sensu, em engenharia de produção da Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas. Joinville- Santa Catarina-Brasil- Outubro de 2001.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L.J. ***Administração da produção e operações***. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2008.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; URIO, L. C. S. ***Planejamento Sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas.*** Espacios, Caracas, v. 35, n. 7, p.14-32, jun. 2014. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350714.html>. Acesso em: 15 set. 2014.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M***. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação***, UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis 2005;

SLACK, N. *et al.* ***Administração da Produção***. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. - ***Administração da Produção***. 3ª ed. São Paulo: ATLAS, 2009.

STEVENSON, W. J. ***Production and Operations Management****.* New York: WCB/McGraw Hill, 1999.

TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A. ***Facilities planning****.* , Inc 3ª ed. USA: John Wiley & Sons.. 2003.

TRACCI, F. ***Avaliação de materiais para uso em janelas automotivas de segurança*** / F. Tracci. -- São Paulo, 2010.

VIANA, J. J. ***Administração de Materiais: Um Enfoque Prático***. São Paulo: Atlas, 2002.

VILLAR, A. M.; PORTO, E. S. ***Análise do arranjo físico geral como base para racionalização da produção*** – um estudo de caso. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. 2007.