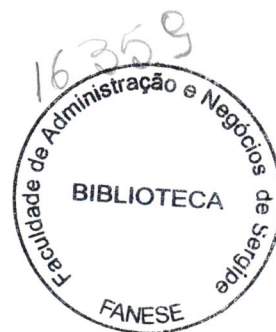




**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE - FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ALEX NASCIMENTO DOS SANTOS



**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE: Utilização do Layout
Celular na Montagem de Camisas**

**Aracaju - Sergipe
2008.2**

ALEX NASCIMENTO DOS SANTOS

**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE: Utilização do Layout
Celular na Montagem de Camisas**

**Monografia apresentada à banca
examinadora da Faculdade de
Administração e Negócios de Sergipe –
FANESE, como requisito para obtenção
do grau de bacharel em Engenharia de
Produção, no período de 2008.2.**

Orientador: Prof. Dr. Jefferson A. Freitas

Coordenador: Prof. Dr. Jefferson A. Freitas

**Aracaju - Sergipe
2008.2**

FANESE
BIBLIOTECA Dra. CELUTA MARIA MONTEIRO FREITAS
N.º RG. 16359 DATA 11/05/09
ORIGEM _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Alex Nascimento dos.

Melhoria da produtividade: utilização do layout celular na montagem de camisas / Alex Nascimento dos Santos - 2008.

54f.: il.

Monografia (Engenharia de Produção) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas.

1. Tecnologia de grupo. 2. Projeto de fábrica. 3. Layout por célula. I. Título.

CDU 65.011.4

ALEX NASCIMENTO DOS SANTOS

**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE: Utilização do Layout
Celular na Montagem de Camisas**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2008.2.



Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas



Profa. MSc. Helenice Leite Garcia



Prof. Msc. Sérgio Carvalho

Aprovado(a) com média: _____

Aracaju (SE), _____ de _____ de 2008.

Dedico este trabalho a minha mãe *Marinalva do Nascimento*, ao meu pai *José Oliveira*, a minha querida esposa *Patrícia Maciel*, a minha vitoriosa irmã *Cristina Passos* e a todas as pessoas que buscam melhorias na vida, sendo um exemplo de dedicação, partilha e respeito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço... A Deus, que ilumina o meu caminho. A minha mãe, "*Dona*" *Nalva*, que agregou valores de luta e conquista. Ao meu pai, *José "Chiadeira"* pela simplicidade, sabedoria e fé. A minha amada *Patrícia Maciel*, esposa, forte, inteligente, orientadora, talentosa e linda. Aos professores da Fanese, Jefferson Arlen, Helenice Garcia, Ricardo Oliveira, Antonio José e ao Professor Aloísio.

"A cada dia, sob todos os pontos de vista, vou ficando cada vez melhor... e melhor em todos os sentidos."

Og Mandino.

RESUMO

A extensa jornada de trabalho, associada à necessidade de atender as exigências de mercado, principalmente nos critérios de qualidade e prazos de entrega, provocam nos gerentes de produção de algumas indústrias uma resposta imediatista quanto aos problemas de chão-de-fábrica. Essa atitude impossibilita a conseqüente análise periódica do sistema vigente de manufatura, pois apenas são monitorados os resultados obtidos e não os processos que geram esses resultados. Além disso, esse comportamento gerencial retrai a atualização para novas tecnologias produtivas e a melhoria contínua dos processos. Baseando-se nessa oportunidade, este trabalho tem como objetivo a identificação das possíveis perdas ou deficiências de produtividade existentes, no que se refere ao arranjo físico e a análise do processo produtivo de montagem de camisas, neutralizando e eliminando esses fatores, tendo como referência o cálculo de eficiência do setor. E também elencar as ocorrências de melhorias com a implantação do sistema de manufatura por células (mini-fábricas), utilizando técnicas e ferramentas como, por exemplo, cartas de fluxo, mapofluxograma e cálculo de eficiência de arranjo físico. Com a realização da análise dos resultados verificou-se a necessidade da adoção do novo layout, pois reduz a movimentação dos distribuidores e a distância percorrida na operação.

Palavras-chave: Tecnologia de grupo. Projeto de Fábrica. Layout por Célula.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de camisas	14
Figura 2 - Organograma da Empresa.....	15
Figura 3 - Organograma da manufatura.....	15
Figura 4 - Diagrama da gestão de operações da produção	16
Figura 5 - Diagrama da gestão de operações	17
Figura 6 - Diagrama conceitual do sistema de produção	20
Figura 7 - Projeto de Layout.....	22
Figura 8 - Tipos de Processo em Sistemas de manufatura.....	22
Figura 9 - Layout e o binômio volume-variedade	24
Figura 10 - Relação Custo total e volume de produção	24
Figura 11 - Exemplo de Layout celular.....	27
Figura 12 - Célula com quatro máquinas e um operador	28
Figura 13 - Exemplo de Layout funcional.....	29
Figura 14 - Montagem de aeronaves	31
Figura 15 - Diagrama de fluxo e distâncias	34
Figura 16 - Comparação entre o layout funcional e o celular	35
Figura 17 - O produto: camisa social.....	37
Figura 18 - Layout geral da fábrica de camisas	42
Figura 19 - Fluxograma geral da produção de camisas	43
Figura 20 - Mapofluxograma atual da montagem de camisas.....	44
Figura 21 - Mapofluxograma da montagem de camisas (proposta).....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fluxo entre setores (movimentação).....	50
Gráfico 2 - Distâncias percorridas (m)	51
Gráfico 3 - Comparativo de eficiências	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das perdas	18
Quadro 2 - Objetivos gerais das operações	21
Quadro 3 - Características de Layouts	23
Quadro 4 - Exemplo de Layout funcional	30
Quadro 5 - Layout posicional ou posição fixa	31
Quadro 6 - Layout linear ou por produto	32
Quadro 7 - Vantagens e desvantagens dos tipos de Layouts	33
Quadro 8 - Dados da Empresa	36
Quadro 9 - Lista de máquinas e equipamentos	37
Quadro 10 - Sequência de operações e equipamentos	38
Quadro 11 - Fluxo e distâncias do setor de montagem início	45
Quadro 12 - Fluxo e distâncias do setor de montagem meio	46
Quadro 13 - Fluxo e distâncias do setor de montagem final	47
Quadro 14 - Fluxo e distâncias das células do setor de montagem	49

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	08
LISTA DE QUADROS.....	09
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos	13
1.1.3 Justificativa.....	13
1.1.4 Caracterização da Empresa.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Gestão da produção.....	16
2.2 Itens de controle de perdas.....	18
2.3 Layout	19
2.3.1 Visão geral e objetivo	19
2.3.2 Custos, volume e variedade.....	23
2.3.3 Balanceamento da Produção	25
2.4 Tipos de Layout.....	25
2.4.1 Layout celular.....	26
2.4.2 Layout funcional.....	29
2.4.3 Layout posicional.....	30
2.4.4 Layout linear.....	31
2.5. Vantagens e desvantagens dos layouts	33
2.6 Eficácia do Arranjo Físico- EAF.....	33
2.7 Comparando o layout tipo célula com o funcional	35
3 RESULTADOS.....	36
3.1 Análise dos resultados de produção.....	36
3.2 Processo de produção.....	37
3.2.1 Sequência de operacional da fabricação	38
3.2.2 Distribuição de materiais.....	39
3.2.3 Controle de produção	40
3.2.4 Projeto de fábrica.....	41
3.3 Mapofluxograma atual de montagens de camisas.....	43
3.4 Mapofluxograma proposto para montagens de camisas	48
3.5 Eficiência dos layouts.....	49
4 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

O cenário em que as empresas estão inseridas tem-se modificado de forma dinâmica, devido às preferências dos consumidores que estão mais exigentes com relação ao prazo de entrega, à qualidade e ao preço dos produtos, além da necessidade de produtos personalizados. Em consequência deste comportamento a competitividade entre as empresas têm aumentado nos mercados locais, regionais e de abrangência mundial.

As empresas modernas, denominadas de classe mundial, são capazes de ofertar seus produtos a qualquer localidade, maximizando a lucratividade. Na busca de melhoria contínua estas empresas projetam o aumento da produtividade através de técnicas avançadas como, por exemplo, o fluxo contínuo de materiais, fabricação em pequenos lotes, baixos estoques e a eliminação dos desperdícios.

Com relação a este a eliminação dos desperdícios há alguns itens como a movimentação excessiva dos materiais, longo tempo de deslocamentos entre setores com alto relacionamento, e a ociosidade dos operadores por falta de agilidade na distribuição dos serviços que podem ser otimizados na busca de melhores resultados.

É característica comum das indústrias o relacionamento dos postos de trabalho, subdivididos em processos produtivos e em cada etapa faz-se necessário o balanceamento da produção para obtenção do mesmo nível de produtividade em todos os postos. Este procedimento evita o acúmulo de estoque dos produtos em processo ou também a ociosidade do operador em aguardar o serviço. E com relação ao fluxo, este deverá ser o mais eficiente possível, utilizando-se de pouco esforço para suprimento dos postos de trabalho.

A otimização dos resultados é uma necessidade permanente em qualquer tipo de mercado. Inserido no contexto, a análise do processo produtivo através do layout constitui estratégias para o aumento de competitividade e lucratividade das empresas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Maximizar a eficiência do processo produtivo utilizando-se da tecnologia do *layout por células* na operação de montagem em uma fábrica de camisas.

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar as características do produto e do processo de fabricação;

Analisar a eficiência do *layout* existente no setor de montagem;

Propor melhorias com a implantação do *layout celular*.

1.1.3 Justificativa

As empresas estão sendo criadas e estruturadas para que a realização do trabalho seja mais confortável, fácil e mais confiável. Dessa forma o estudo do Layout é dado pela possibilidade de otimização dos resultados da manufatura, tanto das condições de trabalho dos operadores e para a estratégia da empresa. Estes resultados poderão ser obtidos com os mesmos recursos humanos e de maquinário disponíveis atualmente.

Com relação ao projeto do trabalho, envolvem aspectos de ergonomia e segurança, como por exemplo, a minimização da fadiga da operação, com a redução de movimentos e vibrações de máquinas e equipamentos, adequação da iluminação a tarefa realizada, tempo de descanso, acesso facilitado a bebedouros e banheiros, ginástica laboral e melhor adaptação do posto de trabalho ao operador.

No âmbito empresarial, envolve a flexibilização do volume e da variedade de produtos, o melhoramento da acessibilidade dos supervisores e da equipe de manutenção aos postos de trabalho, a redução do custo no manuseio de materiais, racionalizando o transporte (minimizando distâncias entre os postos de trabalho que tem maior relacionamento) e estocagem de materiais no sistema produtivo, a identificação dos possíveis problemas de ociosidade (tempo inutilizado), ineficiência (subutilização da capacidade produtiva) e absenteísmo (faltas dos operadores), tendo como objetivo a expansão da capacidade produtiva.

1.1.4 Caracterização da Empresa

A empresa em estudo é de atividade têxtil, do segmento de malharia e localizada no distrito industrial do município de Nossa Senhora do Socorro em Sergipe. A produção de camisas (Figura 1) é destinada a atender aos mercados de âmbito local, nacional e internacional.



Figura 1 - Produção de camisas

Fonte: Fábrica de camisas

A estrutura organizacional da empresa é composta de duzentas e cinquenta pessoas, subdivididos nos setores de administração geral, gerência de produção, planejamento e controle da produção, conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2 - Organograma da Empresa

A estrutura da manufatura tem como liderança a gerência de produção e é composta de duzentas pessoas, subdivididos nos setores de corte do tecido, preparação, montagem, acabamento e expedição. A estrutura de apoio é composta do laboratório de tempos e métodos, apropriação, qualidade e oficina mecânica, conforme ilustrado na Figura 3.

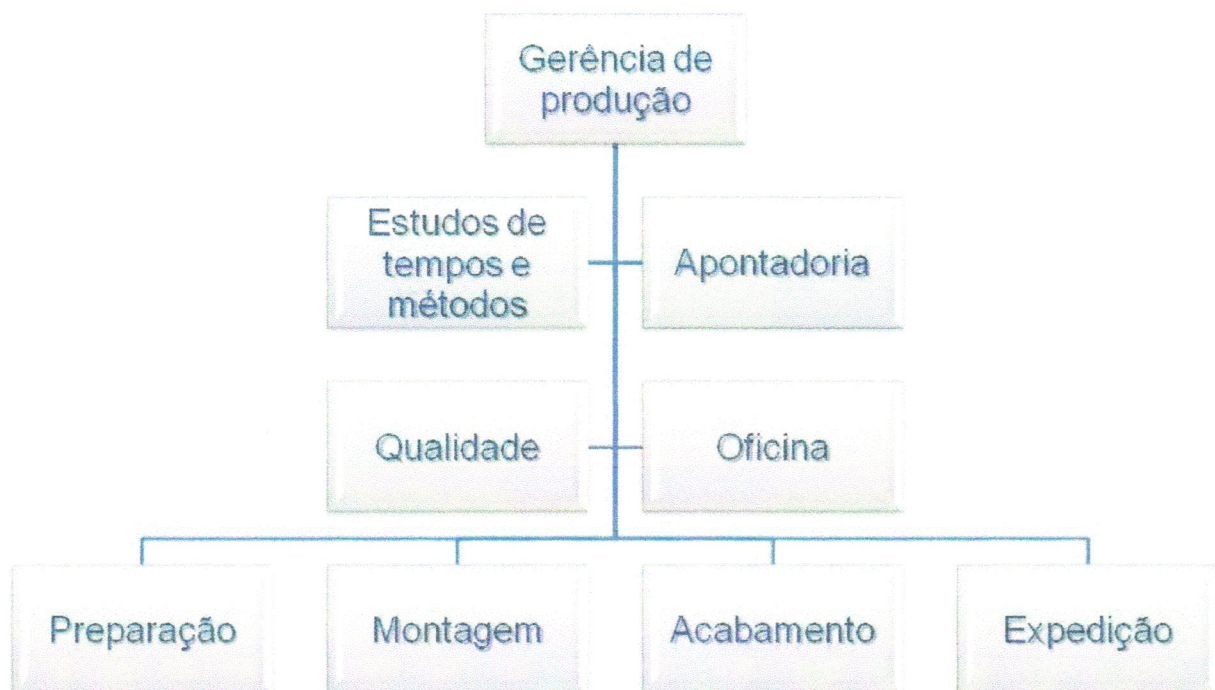


Figura 3 - Organograma da manufatura

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão da produção

A produção é definida como o processo de obtenção de qualquer elemento considerado como objetivo da empresa, chamado produto (peças, automóveis, geladeiras, projetos, planos e idéias). Esta é a aplicação de recursos produtivos com alguma forma de administração e está relacionada com a produtividade, qualidade, organização da produção, planejamento, controle e estratégias de operações, conforme ilustrado na Figura 4.



Figura 4 - Diagrama da gestão de operações da produção

Fonte: Adaptado Contador (2004).

Contador (2004) considera a produtividade um dos conceitos mais importantes atualmente, juntamente com a qualidade, podendo ser dividida em quatro níveis: produtividade da operação (produção individual), da fábrica e da empresa (produção total) e da nação (PIB – Produto Interno Bruto).

Como produtividade é relação da produção pelos recursos empregados, quanto maior a produtividade menor será o custo produtivo, pois utilizará os mesmos recursos, pois em qualquer situação o custo unitário do produto diminui. Alguns itens são elementos-chaves para a melhoria da produtividade, como por exemplo, a Figura 5 mostra uma relação entre esses elementos.

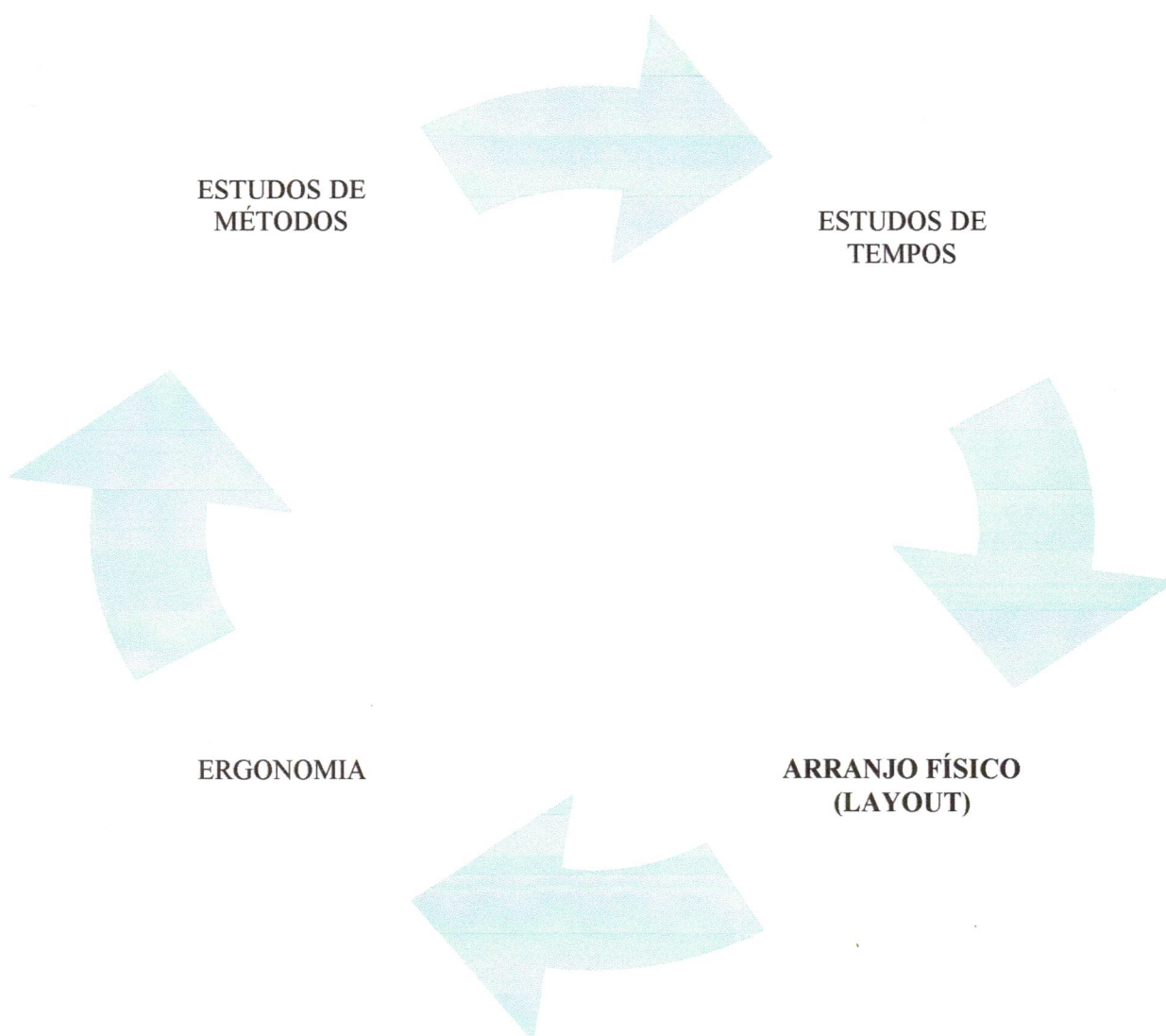


Figura 5 - Diagrama da gestão de operações.

Fonte: Adaptado Contador, 2004.

2.2 Itens de controle de perdas

A aplicação do layout ideal que tem como objetivo o máximo rendimento das operações, a otimização de tempos e movimentos no fluxo do processo. Como consequência, essa aplicação terá o aperfeiçoamento da produtividade e tornando eficiente às operações, minimizando os problemas de perdas e da qualidade do produto. Sendo o combate ordenado às perdas, também é um ataque aos fatores básicos da má qualidade dos produtos e dos problemas de gerenciamento.

Womack e Jones (1998) classificaram os desperdícios em sete tipos, sendo super-produção, defeitos, estoques desnecessários, processo inadequado, transporte excessivo, espera e movimentos desnecessários, conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Classificação das perdas

ITEM	PERDAS	DESCRIÇÃO
01	Super-produção	Produção demasiada ou cedo demais, resultando num fluxo fraco de informações ou de produtos e com estoque em excesso.
02	Defeitos	Erros freqüentes nas informações, problemas de qualidade nos produtos ou desempenho deficiente na entrega.
03	Estoques desnecessários	Armazenagem em excesso e atraso das informações ou produtos, resultando num custo excessivo e um atendimento deficiente ao cliente.
04	Processo inadequado	Má execução de um processo de trabalho com sistemas, ferramentas ou procedimentos (um modo mais simples poderia ser mais eficiente)
05	Transporte excessivo	Movimento excessivo de pessoas, informações, materiais ou produtos, resultando em perdas de tempo, esforço e custo.
06	Espera	Longos períodos de inatividade das pessoas, informações, materiais ou produtos, resultando num fluxo ineficiente e atrasos no atendimento.
07	Movimentos desnecessários	Organização deficiente no local de trabalho (ergonomicamente: movimentos de flexão ou de estiramento excessivos e perdas freqüentes de itens).

Fonte: Womack e Jones (1998).

2.3 Layout

2.3.1 Visão geral e objetivo

A tarefa de se elaborar um arranjo físico é bastante complexa, sendo que existe uma significativa quantidade de fatores que o influenciam, que são relevantes e altamente interdependentes.

Os trabalhos subsequêntes, que trataram de metodologia de elaboração de arranjo físico, foram publicações que, em sua grande maioria, não acrescentaram inovações ou, quando muito, incluíram pequenos aperfeiçoamentos.

Muther (1978) com a publicação do **SLP-Systematic Layout Planning** reuniu todas as idéias sobre arranjo físico até então existentes, e elaborou o seu Planejamento de Arranjo Físico Sistemático (SLP), que consiste em um modelo de procedimentos sistemáticos em busca do ótimo (teoricamente), não ideal, pois, por meio das limitações práticas e das considerações de mudança, e o ideal é ajustado e transformado no arranjo físico ótimo.

Segundo Slack (2007), o Layout tem como objetivo o posicionamento físico dos recursos de transformação das instalações (máquinas, equipamentos, materiais, informações e pessoas) e a maneira como fluem pela operação produtiva, sendo uma das características mais evidentes da atividade de produção.

No planejamento do layout é necessário ter em conta todos os fatores (os materiais, a maquinaria os homem, o movimento, a espera, o serviço, a construção e a mudança), pois estes fatores podem influenciar negativamente o planejamento do layout Muther (1978).

De acordo com Moreira (2004), a configuração das instalações (Layout em inglês), o projeto do fluxo de materiais e da movimentação de pessoas deverá ser desenvolvida na fase inicial do planejamento da fábrica, identificando-se o tipo de produto e seu respectivo processo. A Figura 6 ilustra o diagrama conceitual do sistema produtivo.

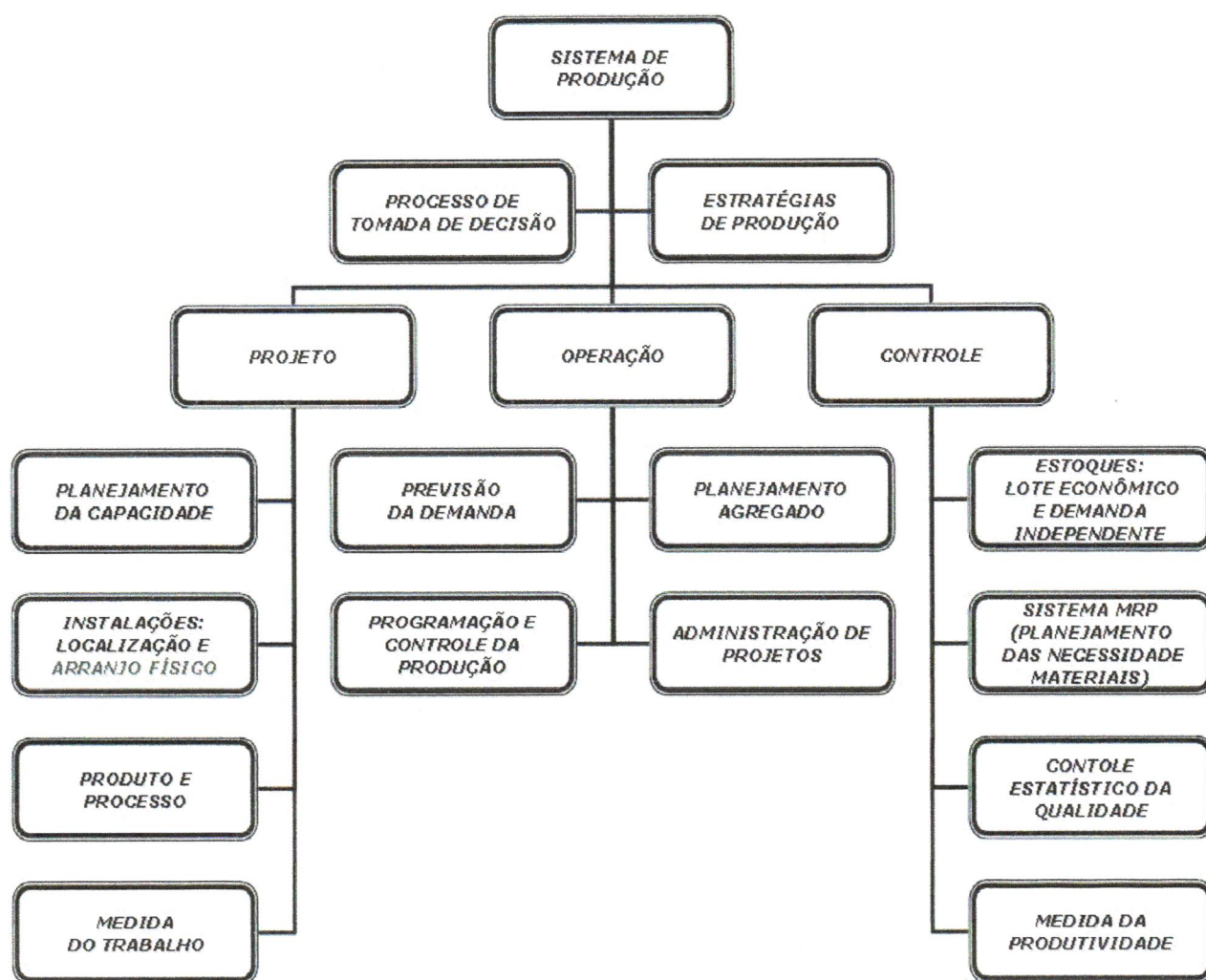


Figura 6 - Diagrama conceitual do sistema de produção

Fonte: Adaptado Moreira (2004).

As decisões sobre arranjo físico não são tomadas exclusivamente no projeto de instalação de uma fábrica nova, mas dependendo das implicações, deve-se elaborar um novo projeto para identificar e eliminar as não-conformidades (CORREIA e CORREIA, 2004).

O planejamento do arranjo físico necessita de um contínuo intercâmbio de informações com o processo de produção, pois um afeta diretamente o outro (GAITHER e FRAZIR, 1999).

Slack (2007) disponibiliza algumas razões práticas pelas quais as decisões de Layout são importantes na maioria dos tipos de produção:

- a) mudanças de Layout freqüentemente é uma atividade difícil e de longa duração;
- b) o projeto de correção ou adequação de Layout pode interromper o funcionamento das operações, ocasionando insatisfação dos clientes ou perdas na produção;
- c) caso o Layout esteja errado pode levar a padrões de fluxo longos, confusos e imprevisíveis, estoques de material, filas de clientes e altos custos.

Projetar o Layout é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos, pessoal da produção e determinar a maneira segundo a qual os recursos transformados - materiais, informações e clientes fluem pela operação, orientados pelos objetivos gerais das atividades (Quadro 2).

Quadro 2 - Objetivos gerais das operações

Segurança inerente	Todos os processos podem representar perigo; Saídas de emergências devem ser sinalizadas com acesso desimpedido; Passagens devem ser claramente marcadas e livres.
Extensão do fluxo	O fluxo de materiais, informações ou clientes deve ser canalizado, de forma a atender aos objetivos da operação (minimizar as distâncias percorridas pelos recursos transformadores)
Clareza do fluxo	Todo o fluxo de materiais e clientes de ser sinalizado de forma clara e evidente para clientes e para a mão-de-obra
Conforto da mão-de-obra	A mão-de-obra deve ser alocada para locais distantes de partes barulhentas ou desagradáveis da operação; em um ambiente de trabalho bem ventilado, iluminado e, quando possível, agradável
Coordenação Gerencial	Supervisão e coordenação devem ser facilitadas pela localização da mão-de-obra e dispositivos de comunicação
Acesso	Todas as máquinas, equipamentos e instalações devem estar acessíveis para permitir adequada limpeza e manutenção
Uso do espaço	Todos os arranjos físicos devem permitir uso adequado do espaço disponível para da operação (incluindo o espaço cúbico, assim como o espaço do piso)
Flexibilidade (longo prazo)	Os arranjos físicos devem ser mudados periodicamente à medida que as necessidades de operação mudam

Fonte: Adaptado Slack (2007).

Para projetar o Layout de uma operação produtiva, assim como qualquer atividade de projeto, deve iniciar-se com os objetivos estratégicos da produção, como por

exemplo: baixo custo, alta qualidade, rapidez na entrega. Entretanto, isso é apenas o ponto de partida do que é um processo de múltiplos estágios que leva ao Layout final de uma operação, conforme Figura 7.

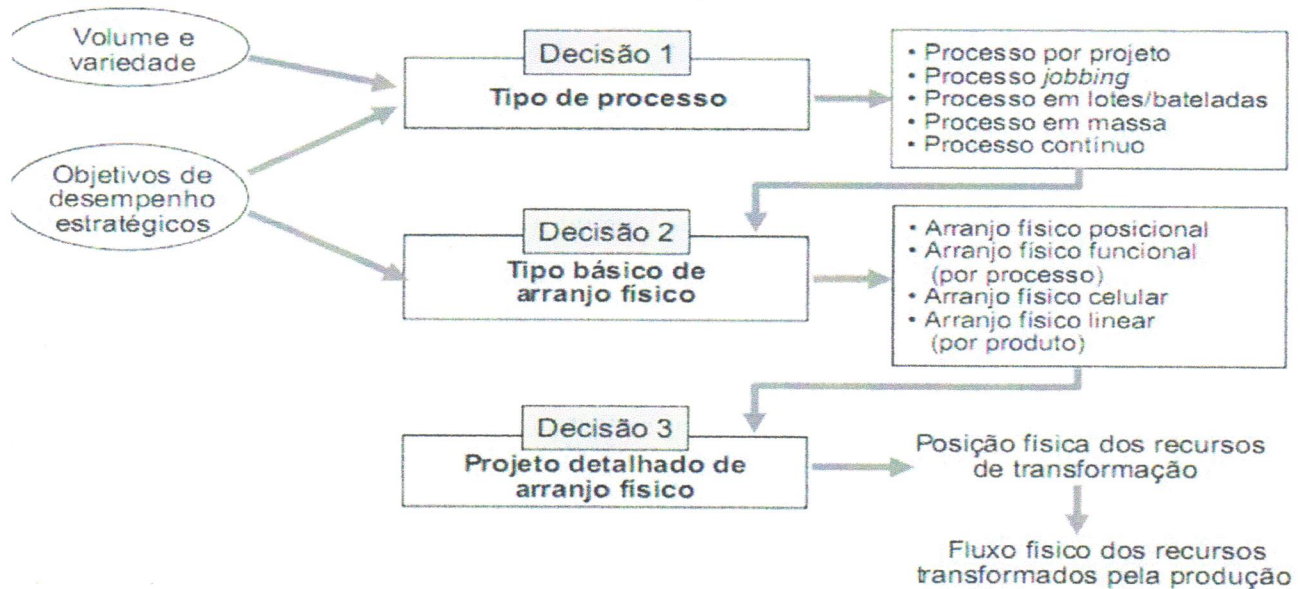


Figura 7 - Projeto de Layout

Fonte: Slack (2007).

Conforme Slack (2007), o conceito do tipo de processo é, muitas vezes, confundido com o Layout (que é a manifestação física de um tipo de processo). Os tipos de processos são abordagens gerais para a organização das atividades de produção. O processo é a característica do binômio volume-variedade que dita o tipo de processo (Figura 8).

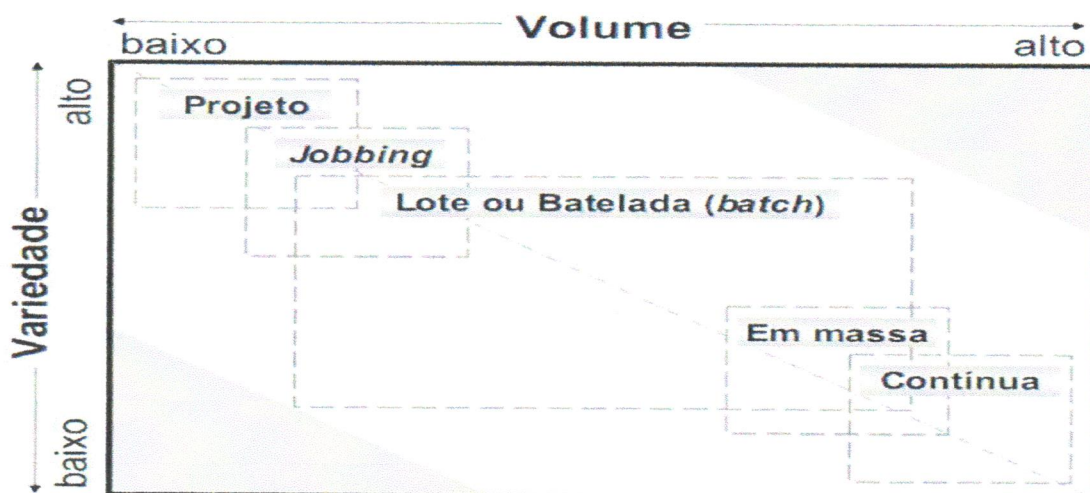


Figura 8 - Tipos de Processo em Sistemas de manufatura

Fonte: Slack (2007).

O Layout é um elemento essencial no planejamento tático das estratégias de produção, pois organiza os postos de trabalhos de forma eficiente e sistemática. No Quadro 3 é exemplificado as relações e características dos tipos de layouts.

Quadro 3 - Características de Layouts

		Posicional	Funcional	Celular	Linear
1	Diferenciação do produto	<i>alta</i>	<i>alta</i>	<i>média / baixa</i>	<i>média / nenhuma</i>
2	Mão-de-obra (qualificação)	<i>alta</i>	<i>alta</i>	<i>polivalente</i>	<i>baixa</i>
3	Tipo de produção	<i>sob encomenda</i>	<i>sob encomenda</i>	<i>para estoque</i>	<i>para estoque</i>
4	Tipo de produto	<i>grande</i>	<i>médio/pequeno</i>	<i>médio/pequeno</i>	<i>pequeno</i>
5	Flexibilidade do Processo	<i>alta</i>	<i>alta / média</i>	<i>alta / média</i>	<i>baixa / nenhuma</i>
6	Variação de roteiro	<i>alta</i>	<i>alta / média</i>	<i>alta / média</i>	<i>nenhuma</i>
7	Volume de produção	<i>unidade / poucas</i>	<i>pequena</i>	<i>pequena / média</i>	<i>grande</i>
8	Projeto	<i>especial (encomendado)</i>	<i>variável / personalizável</i>	<i>repetitivo / modular</i>	<i>padronizado</i>

Fonte: Adaptado de Slack (2007).

2.3.2 Custos, volume e variedade

Slack (2007), informa que examinando os tipos básicos de Layout é possível identificar o efeito de volume e variedade, ou seja, aumentando o volume, aumenta a importância de gerenciar bem os fluxos e, reduzindo-se a variedade, aumenta a viabilidade de um Layout baseado num fluxo evidente e regular.

A decisão de qualquer tipo de Layout envolve uma escolha entre os quatro tipos básicos, as características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha, grosso modo, a uma ou duas opções. Ainda assim, como ilustra a Figura 9, as faixas de volume e variedade contidas em cada tipo de Layout sobrepõem-se.

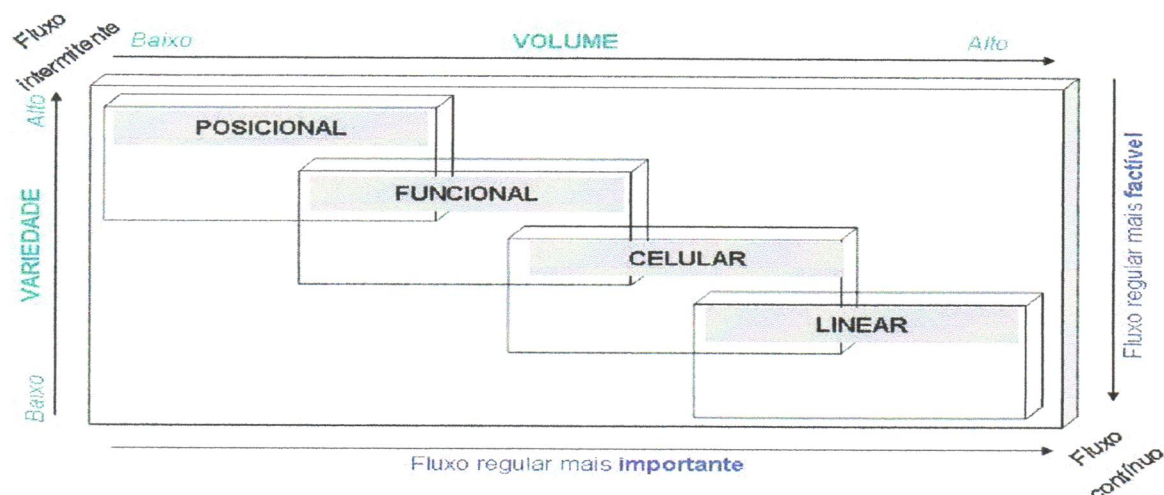


Figura 9 - Layout e o binômio volume-variedade

Fonte: Adaptado Slack (2007).

De todas as características dos vários tipos básicos de Layout, talvez a mais significativa seja a implicação, para os custos unitários. Para qualquer produto ou serviço, o custo fixo de se estabelecer um Layout posicional é relativamente baixo comparado com outras formas. Entretanto, os custos variáveis, são relativamente altos quando comparado a qualquer outro arranjo.

Os custos fixos tendem, então a aumentar à medida que se migra do Layout posicional, passando pelo de processo e celular para o arranjo por produto. Os custos totais dependerão dos volumes de produtos ou serviços. Isso parece implicar que para cada volume haveria um tipo de arranjo com custo mínimo, conforme é observado na Figura 10.

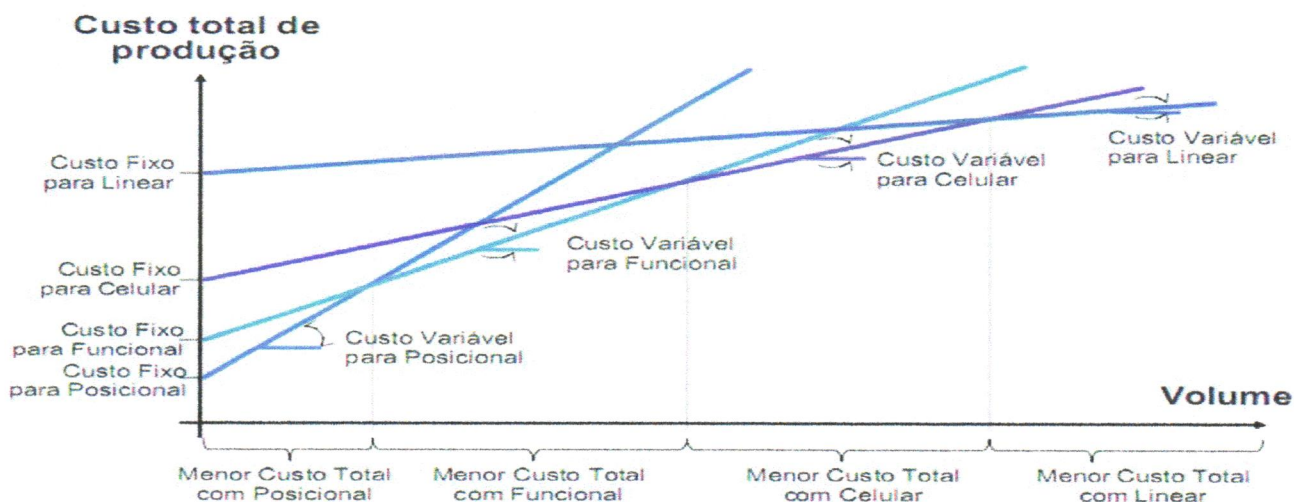


Figura 10 - Relação Custo total e volume de produção

Fonte: Slack (2007).

Uma vez que o tipo básico de Layout foi decidido, o próximo passo é decidir seu projeto detalhado que é o ato de operacionalizar os princípios gerais implícitos na escolha. As saídas do estágio de projeto detalhado de Layout são de acordo com:

- a) a localização de todos os equipamentos, máquinas e centros de trabalho;
- b) o fluxo de pessoas e a movimentação de materiais;
- c) o espaço a ser alocado a cada centro de trabalho e;
- d) as tarefas que serão executadas por centro de trabalho.

2.3.3 Balanceamento da Produção

Um fluxo eficiente depende da eficiência do balanceamento que significa nivelar com relação a tempos uma linha de produção ou montagem, disponibilizando a mesma carga de trabalho às pessoas ou máquinas em fluxo de produção. O balanceamento anula os gargalos de produção melhorando a produtividade, eliminando as esperas e mantendo o ritmo de trabalho do setor.

Os objetivos do balanceamento são justificados pela necessidade de melhoria da produtividade e da eficiência, aumento da produção com as mesmas pessoas, melhoria do layout, preservação de um ritmo de trabalho constante e facilitar a supervisão e em consequência uma maior rentabilidade para a empresa.

2.4 Tipos de Layout

Segundo Slack (2007), depois do tipo de processo selecionado, o Layout básico deve ser definido, que é a forma geral dos recursos produtivos da operação, que tem como objetivos a resolução de problemas de ineficiência, acidentes e mudanças de taxas de produção.

A maioria dos layouts são derivados apenas de quatro tipos básicos: posicional (ou posição fixa); funcional (ou por processo); linear (ou por produto) e existe ainda a possibilidade de formarem-se arranjos físicos combinados (mistos ou híbridos), atendendo as necessidades das operações.

Ainda em Slack (2007) o detalhamento é definido como o ato de operacionalizar os princípios gerais implícitos na escolha. As saídas de estágio são: localização dos itens de transformação; espaço e tarefas do centro de trabalho e estabelece os procedimentos para elaboração de projeto de arranjo.

Conforme Martins (2005), para elaboração do projeto detalhado de Layout, são necessárias informações sobre:

- a) Especificações do produto, quantidade de produtos e de materiais;
- b) seqüências de operação e de montagem, espaço necessário para cada equipamento, incluindo espaço para movimentação do operador;
- c) recebimento, expedição, estocagem de matérias-primas e de produtos acabados e;
- d) estoques, manutenção e transportes.

2.4.1 Layout celular

O Layout celular, exemplificado na Figura 11, é aquele em que os recursos transformadores, entrando na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionado a si próprio) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual possa atender as suas necessidades imediatas de processamento a que se encontram. A célula em si pode ser arranjada segundo um Layout por processo ou por produto.

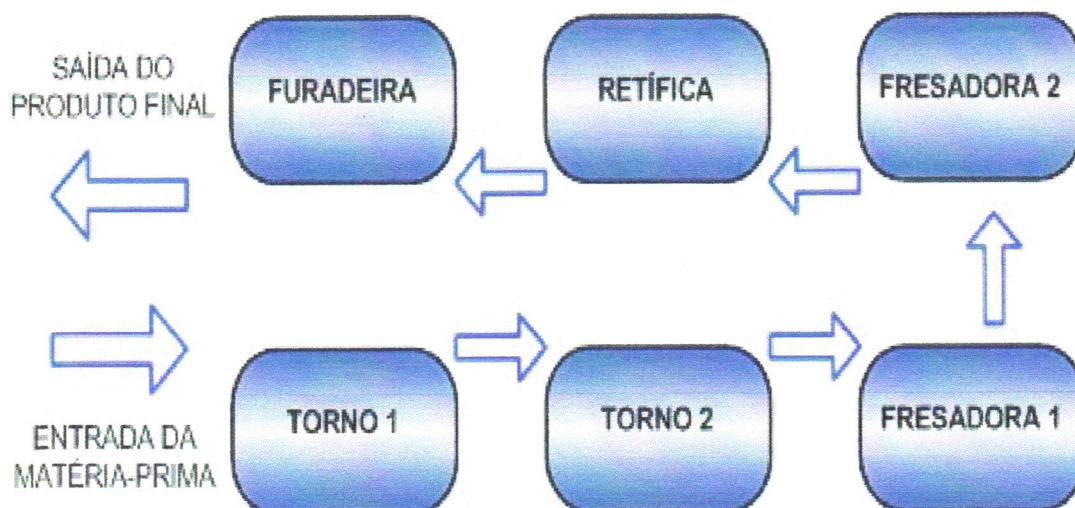


Figura 11 - Exemplo de Layout celular

Fonte: Black (1998).

Segundo Gaither et al (1999), o layout celular é caracterizado por produzir um único tipo de família de produto. Este é constituído de mini fábricas dentro de estruturas maiores para diferentes tipos de famílias de produtos e devem possuir características semelhantes, como por exemplo, geometria ou processo; volume e peso. Além de algumas observações quanto ao tamanho médio dos lotes; aos produtos e roteiros variados; máquinas e equipamentos agrupados para o tipo de serviço; e equipe funcional polivalente.

O layout celular tem como base a eficiência do layout por produto com a flexibilidade do layout por processo. Sendo formada por um conjunto de máquinas e equipamentos orientados para atender os requisitos de processamento de uma determinada família de produtos.

Estes equipamentos também podem ser formados por robôs, máquinas com operação controladas numericamente, sistemas automáticos de inspeção e de transporte de material (esteiras, escadas rolantes, elevadores de carga, etc), normalmente encontrados em metalúrgicas.

A Figura 12 apresenta um exemplo de layout celular. Nesta o operador manuseia uma única peça por vez e em múltiplas máquinas.

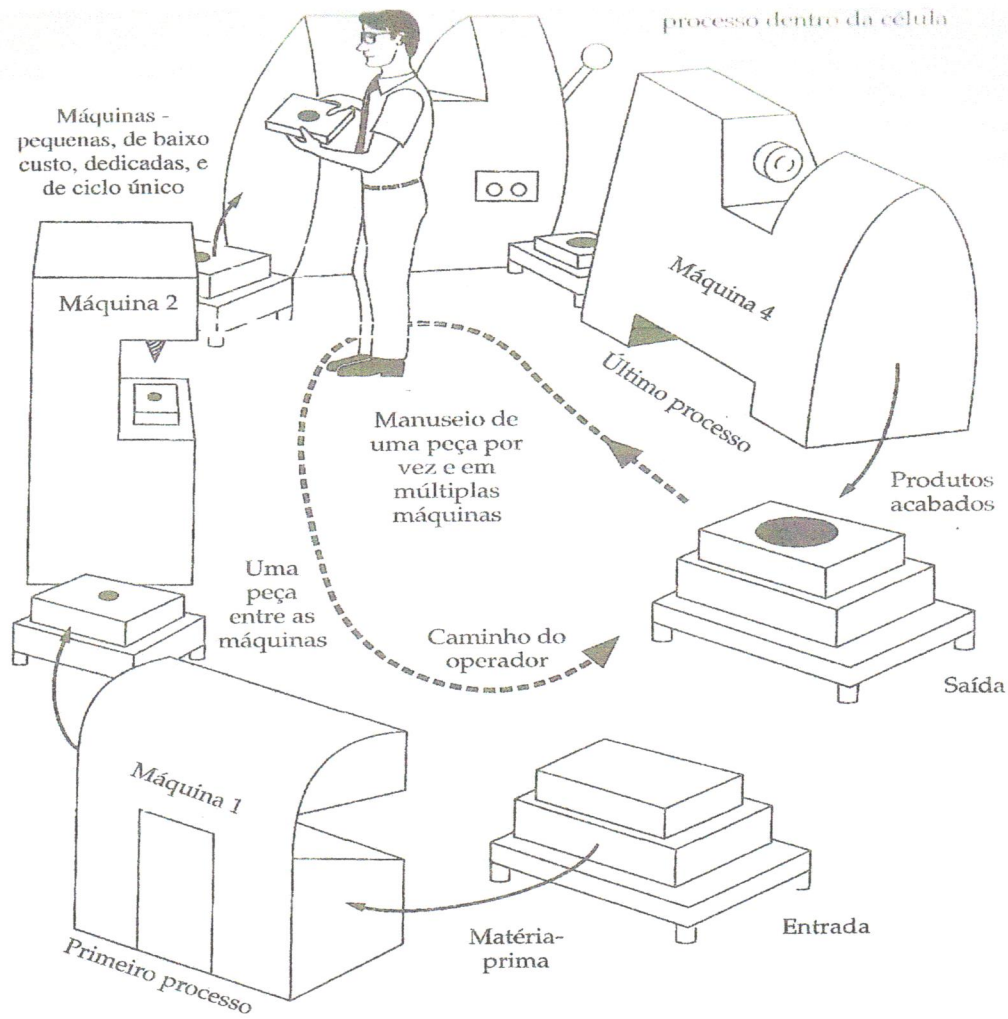


Figura 12 - Célula com quatro máquinas e um operador

Fonte: Black (1998).

Para desenvolver o projeto detalhado do layout celular faz-se necessário uma sequência e um conjunto de técnicas descritas por Slack (2007). A sequência é caracterizada por:

- ✓ Identificar claramente o fluxo de produção;
- ✓ Definir os agrupamentos de processos em cada célula;
- ✓ Coletar informações sobre as células (área requerida e relacionamentos);
- ✓ Desenhar as células e os fluxos, agrupando células com fluxos mais intensos;
- ✓ Ajustar o layout inicial considerando as restrições ou conveniências;
- ✓ Desenhar o layout em escala e identificar distâncias a serem percorridas;
- ✓ Calcular a medida da eficácia layout (deslocamentos, distâncias e custos)
- ✓ Checar se a troca de posição aumenta a eficácia.

As técnicas para elaboração do layout são: Matriz do Fluxo de Produção, Análise do Fluxo de Produção (Production flow Analysis - PFA), Formação de Famílias (Conceito Russo, Conceito de Codificação, Fluxo de Processo) e Cartas De – Para ou Cartas de Fluxo.

2.5.1 Layout funcional

O Layout funcional (Figura 13), ou por processo, é assim chamado porque as necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo. Neste, os processos similares (ou por processos com necessidades similares) são localizados juntos um do outro.

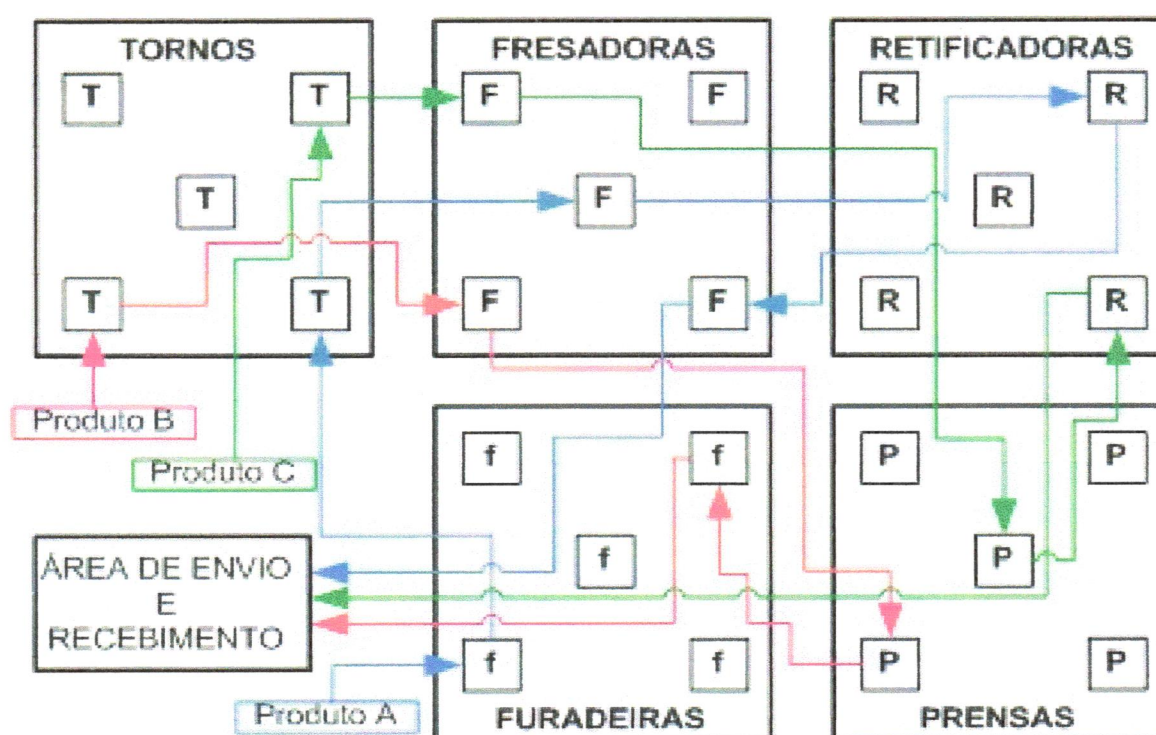


Figura 13 - Exemplo de Layout funcional

Fonte: Black (1998).

A razão pode ser que seja melhor mantê-los juntos, ou que dessa forma a utilização dos recursos transformadores seja beneficiada. Isto significa que, quando produtos, informações ou clientes fluírem pela operação, eles percorrerão um roteiro de

processo a processo, de acordo com suas necessidades, podendo percorrer diferentes roteiros na operação. Por essa razão, o padrão de fluxo na operação poderá ser bastante complexo, por exemplo: conformação mecânica de peças utilizadas em motores de aviões. O Quadro 4 lista algumas técnicas e ferramentas de dimensionamento.

Quadro 4 - Exemplo de Layout funcional

DIMENSIONAMENTO	TÉCNICAS	
Identificar claramente o fluxo de produção	$N! = N \times (N - 1) \times (N - 2) \times \dots (1)$	$\frac{N!}{2! \times (N - 2)!}$
Coletar informações sobre os CT (área requerida, relacionamentos com outros CT) e os fluxos entre eles		F=Fluxo entre CT
Desenhar um AF esquemático mostrando os CT e os fluxos, agrupando pares de CT com fluxos mais intensos	$EAF = \sum F_{ij} \cdot D_{ij} \cdot C_{ij}$	D=Distâncias entre CT
		C=Custos por D
Ajustar o AF inicial considerando as restrições ou conveniências	Carta de Relacionamento (códigos de proximidade)	
Desenhar o AF com medidas em escala e identificar distâncias a serem percorridas	A =Essencial; E =Muito Importante; I =Importante; O =Normal; U =Indiferente; x =Indesejável	
Calcular a medida da eficácia EAF (deslocamentos, distâncias e custos)	$D_t = D_1 + D_2 + D_3 + \dots D_n$	
Checar se a troca de posição aumenta a eficácia	Cartas "De – Para" ou "Cartas de Fluxo"	

Fonte: Adaptado Slack (2007).

2.5.2 Layout posicional

O Layout posicional, também conhecido por posição fixa é, de certa forma uma contradição em termos, já que os produtos não se movem entre os recursos transformadores, como por exemplo, a montagem de aeronaves. A figura 14 ilustra este tipo de layout.

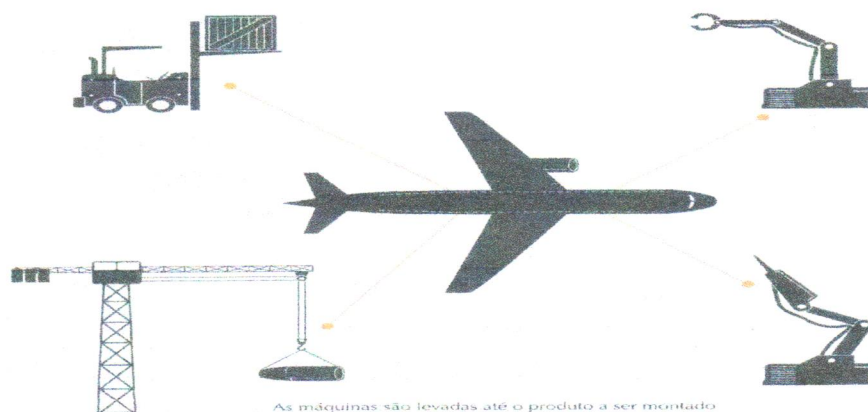


Figura 14 - Montagem de aeronaves

Fonte: Martins (2005).

A sequência para o dimensionamento e as ferramentas utilizadas no projeto detalhado de layout são ilustradas no Quadro 5.

Quadro 5 - Layout posicional ou posição fixa

TIPO	DIMENSIONAMENTO	TÉCNICAS	
POSICIONAL	Decompor as etapas de serviço	$EAF = \sum F_{ij} \cdot D_{ij} \cdot C_{ij}$	F=Fluxo entre CT
	Estabelecer a sequência e cronograma de trabalho		D=Distâncias entre CT
	Definir recursos a serem alocados		C=Custos por D
	Dimensionar espaços necessários	Cartas "De – Para" ou "Cartas de Fluxo"	
	Alocar os equipamentos e postos de trabalho		
	Analisar fluxos de materiais e pessoas	$D_t = D_1 + D_2 + D_3 + \dots D_n$	
	Calcular a medida da eficácia - $\sum D.C$		

Fonte: Adaptado Slack (2007).

2.5.3 Layout linear

O Layout linear, ou por produto, envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo

transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido, no qual a seqüência de atividade requerida coincide com a dos processos arranjados fisicamente.

O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível e conseqüentemente fácil de controlar. A uniformidade dos requisitos leva a operação a escolher um arranjo físico por produto, por exemplo, linhas de montagens, manufatura de papel. Para o dimensionamento o Quadro 6 ilustra as necessidades.

Quadro 6 - Layout linear ou por produto

DIMENSIONAMENTO	TÉCNICAS	
Calcular o conteúdo total de trabalho Identificar perdas por não balanceamento	Diagrama de precedência	
Calcular o tempo de ciclo	Estágios $E = Tr / TC$	Tr = Trabalho
		TC = Tempo de ciclo
Calcular o número de estágios	$TC = T / Q$	T= Tempo disponível
		Q= Quantidade
Alocar as operações aos estágios – obedecer à seqüência do fluxo de produção até completar o tempo de ciclo (ou o mais próximo possível)	Linha reta / zig-zag (linha de produção maior que o espaço físico); Em U (produção final próximo ao almoxarifado); Circular (produção final no local do início do processo)	
Fazer arranjo dos estágios – linha LONGO-MAGRO ou CURTO-GORDO		
Coletar informações sobre área requerida pelos estágios	Em série	
Desenhar um AF esquemático e verificar adequação aos espaços disponíveis	Em paralelo	

Fonte: Adaptado Slack (2007).

2.5.4 Vantagens e desvantagens dos layouts

As vantagens e desvantagens dos arranjos físicos dependem das necessidades do empreendimento, das características do produto e do processo, sendo prioritário a análise na fase de planejamento das instalações. O Quadro 7 apresenta as vantagens e desvantagens de cada tipo de layout.

Quadro 7 - Vantagens e desvantagens dos tipos de Layouts

LAYOUT	VANTAGENS	DESVANTAGENS
FIXO / POSICIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • Preservação do produto 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa produtividade • Muitas atividades diferentes • Exige grande esforço de coordenação • Vulnerável aos sub-contratados
Por PROCESSO	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade -> diversificação de produtos • Equipamentos mais baratos • Custos fixos menores • Falhas não localizadas comprometem o sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Estoque de material em processo elevado • Programação e controle da produção complexos • Custos unitários maiores que AF por PRODUTO • Menores volumes de produção
Por PRODUTO / LINHA	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo unitário por produto • Manuseio simplificado • Requer pouco treinamento • Alta produtividade -> maior eficácia • Pouco estoque em processo • Programação e controle da produção simplificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto investimento inicial -> alto custo fixo • Trabalho repetitivo -> fadiga, estresse, monotonia • Sistema rígido -> pouca flexibilidade de produto • Falhas em uma parte afetam o todo • Sensível a quedas de demanda
CÉLULAS DE PRODUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade da mão-de-obra – melhor balanceamento • Pouco deslocamento • Responsabilidade sobre o produto centralizada 	<ul style="list-style-type: none"> • Estoque em processo elevado • Maior necessidade de treinamento • Pode proporcionar sub-utilização de equipamentos

Fonte: Slack (2007).

2.6 Eficácia do Arranjo Físico- EAF

A eficácia do arranjo físico deverá ser calculada, depois de verificadas as considerações preliminares (planta baixa do empreendimento e fluxo de materiais), através da seguinte fórmula, apresentada por Slack (2007):

$$EAF = \sum F_{ij} \times D_{ij} \times C_{ij}, \text{ para todo } i \neq j, i \neq 0 \text{ e } C_{ij} \text{ para custos diferentes}$$

Sendo:

F = Fluxo entre CT

(carregamentos ou jornadas por período, do centro de trabalho i para o centro j)

D = Distâncias entre CT

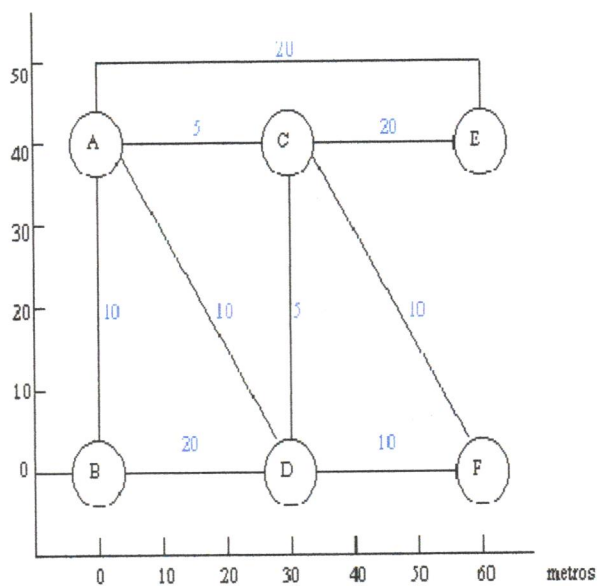
(distância dos centros de trabalho)

C = Custos por D

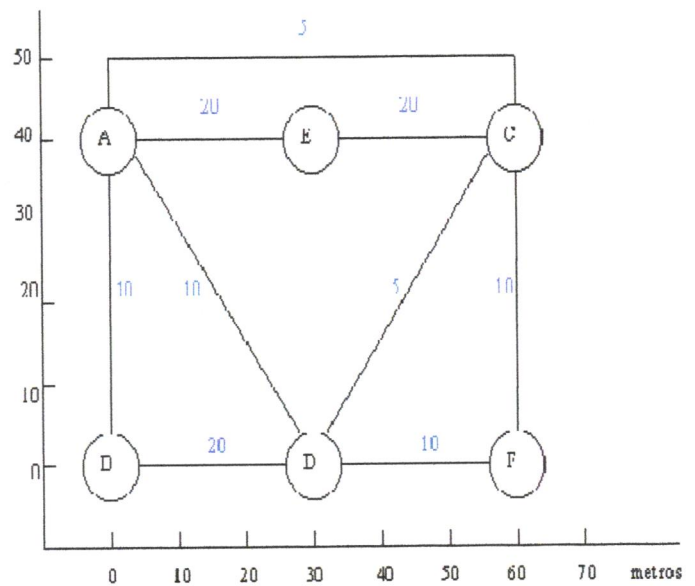
(custos por distância percorrida de fazer a jornada entre os departamentos i e j)

Comparando o arranjo físico atual e um proposto, o melhor arranjo físico será o que obtiver o menor resultado encontrado entre estes, conforme exemplificado na Figura 15.

Neste exemplo, a distância total percorrida no primeiro arranjo (Figura 15a) é de 4.450 (quatro mil, quatrocentos e cinquenta) metros e maior que a distância total do segundo arranjo (Figura 15b) que é de 3.750 (três mil setecentos e cinquenta) metros, demonstrando a melhoria da eficiência do arranjo físico.



a) Arranjo original



b) Arranjo alterado

Figura 15 – Diagrama de fluxo e distâncias

2.7 Comparando o layout tipo célula com o funcional

A Figura 16 disponibiliza a comparação entre o layout celular e o funcional e demonstra que este pode ser convertido em grupos de famílias compatíveis.

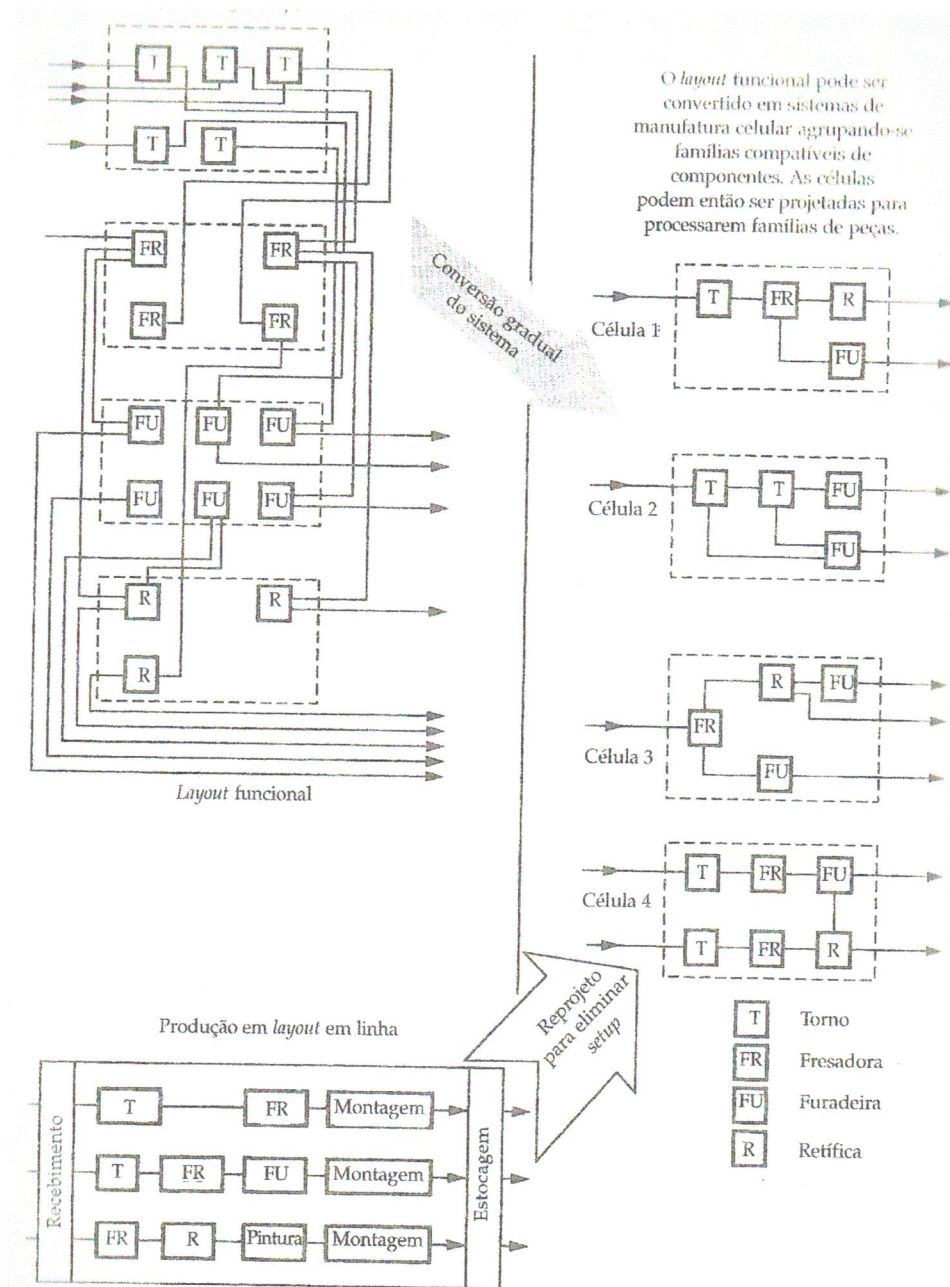


Figura 16 - Comparação entre o layout funcional e o celular

Fonte: Black (1998).

3 RESULTADOS

No acompanhamento realizado no setor de montagem da fábrica de camisas, observou-se a alta movimentação dos distribuidores (de serviços e insumos), além da freqüente e longa espera por estes serviços em muitos postos de trabalho, gerando ociosidade e interrupção do ritmo da operação.

Neste capítulo é proposto um novo tipo de Layout para as instalações industriais do setor de montagem de camisas. A escolha do novo layout teve como base as características do processo produtivo, a adequação dos tipos de layouts existentes e principalmente o cálculo da sua eficiência, pois o serviço é passado diretamente para a operação seguinte, eliminando a presença dos distribuidores locais (por operação).

3.1 Análise dos resultados de produção

A empresa é lotada em um terreno com uma área total de cinco mil metros quadrados e o galpão industrial de quatro mil e duzentos, tem uma produção sob encomenda, com um cronograma de operação de quarenta e quatro horas semanais, e duzentos e quarenta e dois dias úteis por ano, ilustrado no Quadro 9.

Quadro 8 - Dados da Empresa

Capacidade Produtiva	600.000,00 camisas/ano
Tipo de produção	Sob encomenda
Cronograma de Operação	44horas/semana; 242 dias/ano
Terreno total	5.000,00 m ²
Galpão (área construída)	4.200,00 m ²

O principal produto (Figura 17) é a confecção de camisas sociais tipo longa, em mostruário, dobrada e no cabide com diversas cores de camisas ou tipo curta, desenvolvida com alto padrão de acabamento, nos tamanhos pequeno, médio e grande e dividida em peças para montagem, sendo costas (e pala), mangas (e carcela), frente (com bolsos e botões), gola e punhos.



Figura 17 - O produto: camisa social

3.2 Processo de produção

A linha de produção é composta por um único produto, camisa masculina tipo social, podendo ser manga curta ou longa, com colarinho em entretela, vista (macho) com fechamento em botões, bainha de fralda reta. A indústria possui uma lista de equipamentos característicos do processo, conforme o quadro 6.

Quadro 9 - Lista de máquinas e equipamentos

Máquinas (principais)
De corte, faca vertical
De costura reta, 01 agulha - 02 fios, ponto fixo
De overlock, 02 agulhas – 05 fios, ponto corrente de segurança
De casear
De pregar botões
De virar pontas de colarinho e punhos
Equipamentos auxiliares
Mesas
Para passar, confeccionada em madeira
Para enfiamento e corte, confeccionada em madeira

O corte e a costura são operações básicas para a maioria dos artigos fabricados por essa indústria de confecção. A partir de diferentes matérias-primas (tecidos e aviamentos), pode-se fabricar uma infinidade de artigos destinados ao vestuário masculino ou feminino. As máquinas e equipamentos são indicados conforme o material com o qual se vai trabalhar; o corte e a costura de tecidos pesados exigem equipamentos distintos daqueles utilizados em tecidos leves.

3.2.1 Seqüência de operacional da fabricação

A seqüência operacional é de muito importante para a supervisão de produção, pois se encontrarão todos os detalhes necessários ao desenvolvimento do produto, como por exemplo, dispositivos e ferramentas de apoio, pois é, também, através dela que é definido o tipo de maquinário que será utilizado na operação e qual o fluxo deste produto dentro da linha de produção.

Os equipamentos de corte encontram-se disponíveis em várias categorias e modelos, cada um indicado para determinado uso. Existem as máquinas para furar tecido, as de cortar tecidos a disco e as de faca vertical. As operações básicas do processo produtivo envolvidas na confecção de camisas são listadas no quadro 10.

Quadro 10 - Seqüencia de operações e equipamentos

Seqüencia de operação	Equipamento
Enfestamento e corte	Manual / Máquina de corte
Separação das partes	Manual
Passar as peças e a camisa	Ferro a vapor
Preparar o colarinho: unir o tecido à entretela	Máquina de costura reta
Virar o colarinho	Máquina de virar colarinho
Passar o colarinho	Ferro a vapor
Pregar o colarinho no pé e embainhar	Máquina de costura reta
Fechar os punhos	Máquina de costura reta
Pespontar os punhos	Máquina de costura reta
Embainhar/pregar a carcela na abertura da manga	Máquina de costura reta
Costurar a bainha das mangas	Máquina de costura reta
Costurar a bainha do bolso	Máquina de costura reta
Pregar o bolso	Máquina de costura reta
Pregar a vista	Máquina de costura reta

Continuação do Quadro 10

Costurar a pala	Máquina de costura reta
Unir ombros e rebater	Máquina de costura reta
Pregar o colarinho com a etiqueta e rebater	Máquina de costura reta
Pregar as mangas	Máquina overlock 5 fios
Fechar laterais e mangas	Máquina overlock 5 fios
Pregar punhos e rebater	Máquina de costura reta
Costurar a barra	Máquina de costura reta
Casear colarinho, frente e punhos	Máquina de casear
Pregar botões: punhos, frente e no colarinho	Máquina de pregar botões
Arremate e limpeza dos fios	Manual
Dobrar	Manual
Envelopar e embalar	Manual

O fluxo de produção é uma seqüência de operações projetadas e implantadas de forma lógica e racional, na qual o produto passa a ser produzido de uma maneira que não encontre obstruções que impeçam sua seqüência até a fase final de sua montagem.

3.2.2 Distribuição de materiais

A empresa tem em cada setor, além do líder, um funcionário destinado a suprir as necessidades materiais do posto de trabalho, o distribuidor, disponibilizando os serviços (camisas em processo) e os insumos de produção.

Este colaborador deve conhecer a seqüência de atividades do produto que será fabricado na operação, conhecer o maquinário e os operadores. Além do serviço de distribuição, esta equipe fica disponível para cobrir faltas e auxiliar aos líderes a conduzir a produção do setor.

O distribuidor deve sempre deixar as máquinas bem supridas, em quantidade suficiente para que tenha tempo de atender a todos com o menor esforço possível, visualizar a operação como um todo e não deixar nenhum operador parado, eliminando a baixa produtividade no setor por esse motivo.

3.2.3 Controle de produção

O processo de controle da produção é realizado com o objetivo de identificar, e corrigir, no menor tempo possível as falhas de operação. Este controle é dividido em cinco fases:

1ª Fase - CONTAGEM - O serviço de contagem dos lotes (50 peças) de camisas produzidas individualmente é realizado pelos próprios operadores e a cada hora é registrado no Formulário de Produção Individual – FPI;

2ª Fase – COLETA I - Neste mesmo intervalo o líder ou o supervisor dirigir-se a cada posto de trabalho e verifica no FPI a quantidade de peças produzidas para agrupá-las a operação total do setor no Formulário de Produção Setorial – FPS;

3ª Fase – COLETA II - O apontador percorre o posto de trabalho do líder de cada setor, em busca da produção horária, lançada no FPS e transcreve para o Formulário de Produção Geral - FPG;

4ª Fase - DIVULGAÇÃO – Os dados obtidos são comparados com as metas estabelecidas e divulgados através de um sistema de som (também utilizado para comunicações e solicitações de manutenção, etc) existente no galpão industrial. São parabenizados os setores que atingiram ou superaram as metas e os nomes dos líderes são divulgados.

5ª Fase – DIGITAÇÃO – As informações são digitados em uma planilha eletrônica, pelo mesmo colaborador que realiza as outras fases controle, e disponibilizados na rede interna de computadores para a gerência de produção. Esses dados serão utilizados para verificação de necessidades de horas-extras para cumprimento dos prazos de entrega.

3.2.4 Projeto de fábrica

Os setores de manufaturas da indústria de confecções (camisaria) são:

- ✓ Modelagem – setor vinculado ao PCP (planejamento e controle da produção), em que é realizada a simulação computadorizada dos componentes dos protótipos;
- ✓ Corte do tecido – conforme especificação da modelagem o corte é realizado em máquinas de grande porte;
- ✓ Pré-preparação da peça – responsável pelo agrupamento dos componentes das peças;
- ✓ Preparação - confecção das peças da camisa: costas e mangas, carcela, frente, gola e punhos;
- ✓ Departamento de qualidade - inspecionar, remover o excesso dos fios e colecionar os produtos em processo;
- ✓ Pré-montagem (agrupar os punhos e frente).

Após a confecção das peças a finalização do processo de fabricação de camisas é a montagem das peças, subdivididas em três secções:

- 1ª (Montagem Início) - unir ombro e montar gola;
- 2ª (Montagem Meio) - pregar mangas e fechar lateral;
- 3ª (Montagem Final) - montar punhos, refilar barra e costurar.

Após a montagem é realizada uma inspeção de qualidade por amostragem no sentido de identificar algum tipo de falha no produto, caso reprovada segue para o setor de qualidade para análise e quando aprovado o lote de camisas será disponibilizado ao setor de acabamento.

Nesse setor é realizada a personalização da marca, com a embalagem e as etiquetas fornecidas por cada cliente e também o dobramento e empacotamento individual das peças, sendo em seguida direcionadas à expedição, em conformidade com a Figura 18, que é a planta baixa do da fábrica de camisas com a distribuição dos respectivos setores de operações.

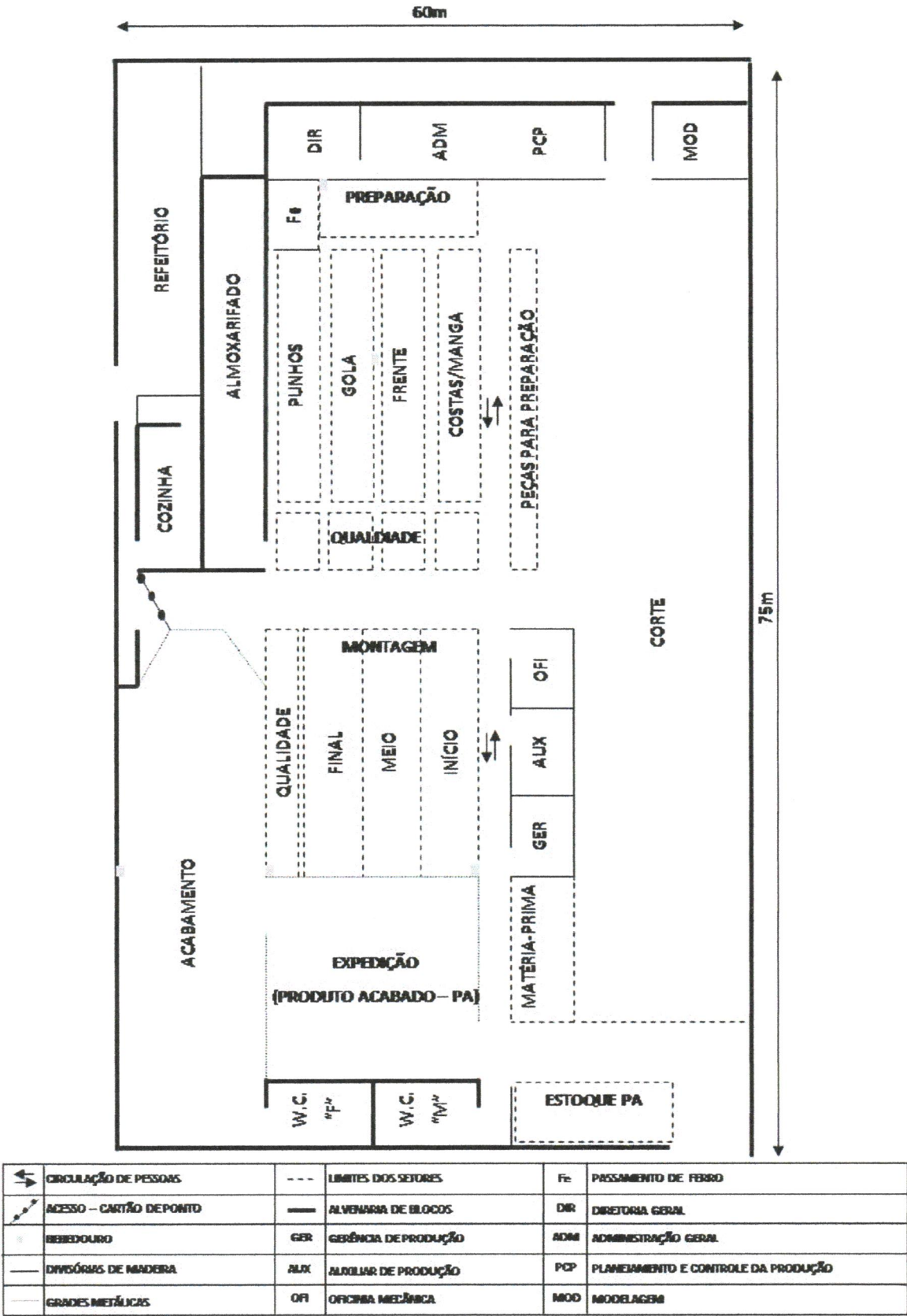


Figura 18 - Layout geral da fábrica de camisas

A operação da inspeção de qualidade está inserido no final de cada operação e a sequência de operações de confecção (preparação) das camisas é ilustrada no fluxograma geral da produção de camisas, apresentado na Figura 19.



Figura 19 - Fluxograma geral da produção de camisas

3.3 Mapofluxograma atual de montagens de camisas

Atualmente, são onze operações fabris no setor de montagem das camisas, o efetivo do setor conta com 58 (cinquenta e oito) colaboradores, sendo 45 (quarenta e cinco) nas máquinas, 09 (nove) revisores, 03 (três) distribuidores e 01 (um) líder.

A meta de produção diária, projetada pela gerência é de 2400 (duas mil e quatrocentas) camisas, sendo que o valor real é de apenas duas mil e cem camisas. Durante o dia de trabalho são montadas aproximadamente 41 (quarenta e uma) camisas por operário e para cada camisa pronta são percorridos em média 96 (noventa e seis) metros.

A Figura 20 demonstra o fluxo de processo atual, caracterizado por sistema manufatura por processo, e descreve seus elementos, suas operações, as relações de precedência, o tempo para montar uma peça e as distâncias percorridas (transporte manual), realizadas no setor de montagem desta camisaria.

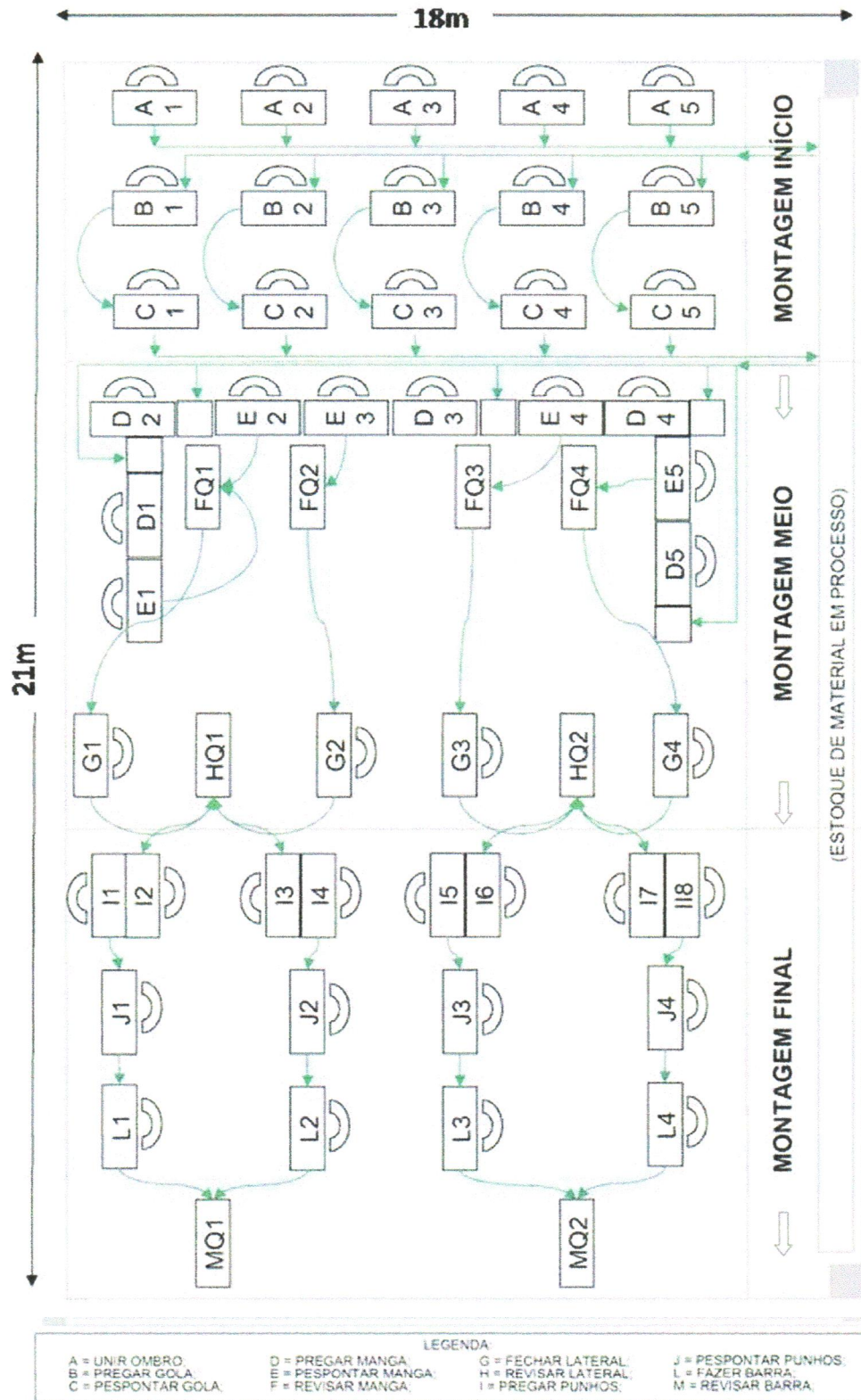


Figura 20 - Mapofluxograma atual da montagem de camisas

No setor de montagem início as operações principais são realizadas em 03 (três) etapas, sendo a primeira unir ombro, pregar e pespontar gola. A descrição completa das operações são listados no quadro 11.

Quadro 11 - Fluxo e distâncias do setor de montagem início						
ITEM	ORIGEM	DESTINO	CARGA	FLUXO	DIST. UNIT.	DIST. TOTAL
1	Pre-montagem	Montar gola - A1	50	1	18,00	18,00
2	Pre-montagem	Montar gola - A2	50	1	14,00	14,00
3	Pre-montagem	Montar gola - A3	50	1	10,00	10,00
4	Pre-montagem	Montar gola - A4	50	1	6,00	6,00
5	Pre-montagem	Montar gola - A5	50	1	2,00	2,00
6	Montar gola - A1	Palete montagem	50	1	18,00	18,00
7	Montar gola - A2	Palete montagem	50	1	14,00	14,00
8	Montar gola - A3	Palete montagem	50	1	10,00	10,00
9	Montar gola - A4	Palete montagem	50	1	6,00	6,00
10	Montar gola - A5	Palete montagem	50	1	2,00	2,00
11	Palete montagem	Pregar gola - B1	50	1	18,00	18,00
12	Palete montagem	Pregar gola - B2	50	1	14,00	14,00
13	Palete montagem	Pregar gola - B3	50	1	10,00	10,00
14	Palete montagem	Pregar gola - B4	50	1	6,00	6,00
15	Palete montagem	Pregar gola - B5	50	1	2,00	2,00
16	Pregar gola - B1	Pespontar gola - C1	50	1	6,00	6,00
17	Pregar gola - B2	Pespontar gola - C2	50	1	4,00	4,00
18	Pregar gola - B3	Pespontar gola - C3	50	1	1,00	1,00
19	Pregar gola - B4	Pespontar gola - C4	50	1	4,00	4,00
20	Pregar gola - B5	Pespontar gola - C5	50	1	6,00	6,00
21	Pespontar gola - C1	Palete montagem	50	1	18,00	18,00
22	Pespontar gola - C2	Palete montagem	50	1	14,00	14,00
23	Pespontar gola - C3	Palete montagem	50	1	10,00	10,00
24	Pespontar gola - C4	Palete montagem	50	1	6,00	6,00
25	Pespontar gola - C5	Palete montagem	50	1	2,00	2,00
TOTAL DISTÂNCIA PERCORRIDA MONTAGEM INÍCIO						221,00

A montagem meio tem como atividades que agregam valor ao produto, pregar e pespontar manga e fechar lateral, o Quadro 12 exibe a listagem completa do setor.

Quadro 12 - Fluxo e distâncias do setor de montagem meio

ITEM	ORIGEM	DESTINO	CARGA	FLUXO	DIST. UNIT.	DIST. TOTAL
26	SETOR "MANGA"	Paleta montagem	50	1	18,00	18,00
27	SETOR "MANGA"	Paleta montagem	50	1	18,00	18,00
28	SETOR "MANGA"	Paleta montagem	50	1	18,00	18,00
29	SETOR "MANGA"	Paleta montagem	50	1	18,00	18,00
30	SETOR "MANGA"	Paleta montagem	50	1	18,00	18,00
31	Paleta montagem	Montar manga - D1	50	1	18,00	18,00
32	Paleta montagem	Montar manga - D2	50	1	14,00	14,00
33	Paleta montagem	Montar manga - D3	50	1	10,00	10,00
34	Paleta montagem	Montar manga - D4	50	1	6,00	6,00
35	Paleta montagem	Montar manga - D5	50	1	2,00	2,00
36	Montar manga - D1	Pespontar manga - E1	1	50	-	-
37	Montar manga - D2	Pespontar manga - E2	1	50	-	-
38	Montar manga - D3	Pespontar manga - E3	1	50	-	-
39	Montar manga - D4	Pespontar manga - E4	1	50	-	-
40	Montar manga - D5	Pespontar manga - E5	1	50	-	-
41	Pespontar manga - E1	Revisar manga - F1	1	50	-	-
42	Pespontar manga - E2	Revisar manga - F1	1	50	-	-
43	Pespontar manga - E3	Revisar manga - F2	1	50	-	-
44	Pespontar manga - E4	Revisar manga - F3	1	50	-	-
45	Pespontar manga - E5	Revisar manga - F4	1	50	-	-
46	Revisar manga - F1	Fechar lateral - G1	1	10	5,00	50,00
47	Revisar manga - F2	Fechar lateral - G2	1	10	5,00	50,00
48	Revisar manga - F3	Fechar lateral - G3	1	10	5,00	50,00
49	Revisar manga - F4	Fechar lateral - G4	1	10	5,00	50,00
50	Fechar lateral - G1	Revisar manga - H1	1	50	-	-
51	Fechar lateral - G2	Revisar manga - H2	1	50	-	-
52	Fechar lateral - G3	Revisar manga - H3	1	50	-	-
53	Fechar lateral - G4	Revisar manga - H4	1	50	-	-

DISTÂNCIA PERCORRIDA MONTAGEM MEIO **340,00**

E a montagem final é responsável pelas atividades de montar e pespontar punhos, fechar barra (parte inferior da camisa), o Quadro 13 exibe a listagem completa do setor.

Quadro 13 - Fluxo e distâncias do setor de montagem final

ITEM	ORIGEM	DESTINO	CARGA	FLUXO	DIST. UNIT.	DIST. TOTAL
54	SETOR "PUNHOS"	Paleta montagem	100	1	20,00	20,00
55	SETOR "PUNHOS"	Paleta montagem	100	1	20,00	20,00
56	SETOR "PUNHOS"	Paleta montagem	100	1	20,00	20,00
57	SETOR "PUNHOS"	Paleta montagem	100	1	20,00	20,00
58	Paleta montagem	Montar punhos - I1 e I2	100	1	18,00	18,00
59	Paleta montagem	Montar punhos - I3 e I4	100	1	12,00	12,00
60	Paleta montagem	Montar punhos - I5 e I6	100	1	6,00	6,00
61	Paleta montagem	Montar punhos - I7 e I8	100	1	2,00	2,00
62	Montar punhos - I1 e I2	Pespontar punhos - J1	50	1	-	-
63	Montar punhos - I3 e I4	Pespontar punhos - J2	50	1	-	-
64	Montar punhos - I5 e I6	Pespontar punhos - J3	50	1	-	-
65	Montar punhos - I7 e I8	Pespontar punhos - J4	50	1	-	-
66	Pespontar punhos - J1	Fazer barra - L1	50	1	-	-
67	Pespontar punhos - J2	Fazer barra - L2	50	1	-	-
68	Pespontar punhos - J3	Fazer barra - L3	50	1	-	-
69	Pespontar punhos - J4	Fazer barra - L4	50	1	-	-
70	Fazer barra - L1 e L2	Revisar barra - M1	1	50	-	-
71	Fazer barra - L3 e L4	Revisar barra - M2	1	50	-	-
72	Revisar barra - M1	ACABAMENTO	50	1	2,00	2,00
73	Revisar barra - M2	ACABAMENTO	50	1	2,00	2,00
DISTÂNCIA PERCORRIDA MONTAGEM FINAL						122,00

Os quadros 12, 13 e 14 referem-se à lista das seqüências de atividade para montagem de camisas, enumerando a quantidade de fluxo e as distâncias percorridas em cada operação.

3.4 Mapofluxograma proposto para montagens de camisas

Após estudos da sequência de atividades detalhadas na fundamentação teórica do trabalho, elaborou-se o desenho da proposta de layout em célula (Figura 21). Esta proposta é o Mapofluxograma do layout celular, sendo dividido em quatro grupos, permanecendo as onze operações, com 48 (quarenta e oito) funcionários, o número de revisores foi alterado para 12 (doze), 01 (um) distribuidor e 01 (um) líder e a eficiência aproximou-se de 98% (noventa e oito por cento).



Figura 21 - Mapofluxograma da montagem de camisas (proposta)

O Quadro 14 é a nova configuração do setor montagem de camisas, sendo que cada célula será responsável pela montagem completa das camisas.

Quadro 14 – Fluxo e distâncias das células do setor de montagem

ITEM	ORIGEM	DESTINO	CARGA	FLUXO	DIST. UNIT.	DIST. TOTAL
1	PRÉ-MONTAGEM	CÉLULA 01	50	1	6,00	6,00
2	PRÉ-MONTAGEM	CÉLULA 02	50	1	3,00	3,00
3	PRÉ-MONTAGEM	CÉLULA 03	50	1	9,00	9,00
4	PRÉ-MONTAGEM	CÉLULA 04	50	1	12,00	12,00
5	CÉLULA 01	ACAB	50	1	10,00	10,00
6	CÉLULA 02	ACAB	50	1	12,00	12,00
7	CÉLULA 03	ACAB	50	1	10,00	10,00
8	CÉLULA 04	ACAB	50	1	12,00	12,00
TOTAL GERAL DAS CELULAS						74,00
DISTÂNCIA PERCORRIDA PARA QUATRO LOTES DE 200 CAMISAS						74,00
DISTÂNCIA PERCORRIDA PARA UM LOTE DE 50 CAMISAS						18,50

Na proposta de melhoria dos resultados pela implantação do layout celular é notória a redução de movimentação e das distâncias percorridas em relação ao layout anterior, possibilitando um melhor rendimento nas operações.

3.5 Eficiência dos layouts

A proposta do layout celular em formato de “U” apresenta a entrada e a saída dos serviços direcionados ao mesmo corredor, que abastece com as peças a serem montadas e faz-se a coleta dos produtos montados, encaminhando-os ao setor de acabamento.

Com a utilização do cálculo de eficiência $EAF = \sum F_{ij} \times D_{ij}$ no layout atual (por processo), substitui-se os valores $EAF = 73 \times 683$ e chegou-se no seguinte resultado, $EAF = 49.859$, sendo:

F = 73

(Fluxo entre CT)

D = 683m

(Distâncias entre CT)

C = Custos por D

(igual para as duas situações)

O mesmo cálculo de eficiência $EAF = \sum F_{ij} \times D_{ij}$ foi aplicado ao layout (em células) proposto, $EAF = 8 \times 18,5$ obtendo um resultado de $EAF = 148$, sendo:

F = 8

(Fluxo entre CT)

D = 18,5m

(Distâncias entre CT)

C = Custos por D

(igual para as duas situações)

A diferença entre a situação atual e proposta das eficiências dos layouts é bastante significativo, pois afeta diretamente o tempo de atravessamento do produto no setor de montagem.

O gráfico 1 mostra a relação de fluxo entre setores do layout atual e do layout proposto.

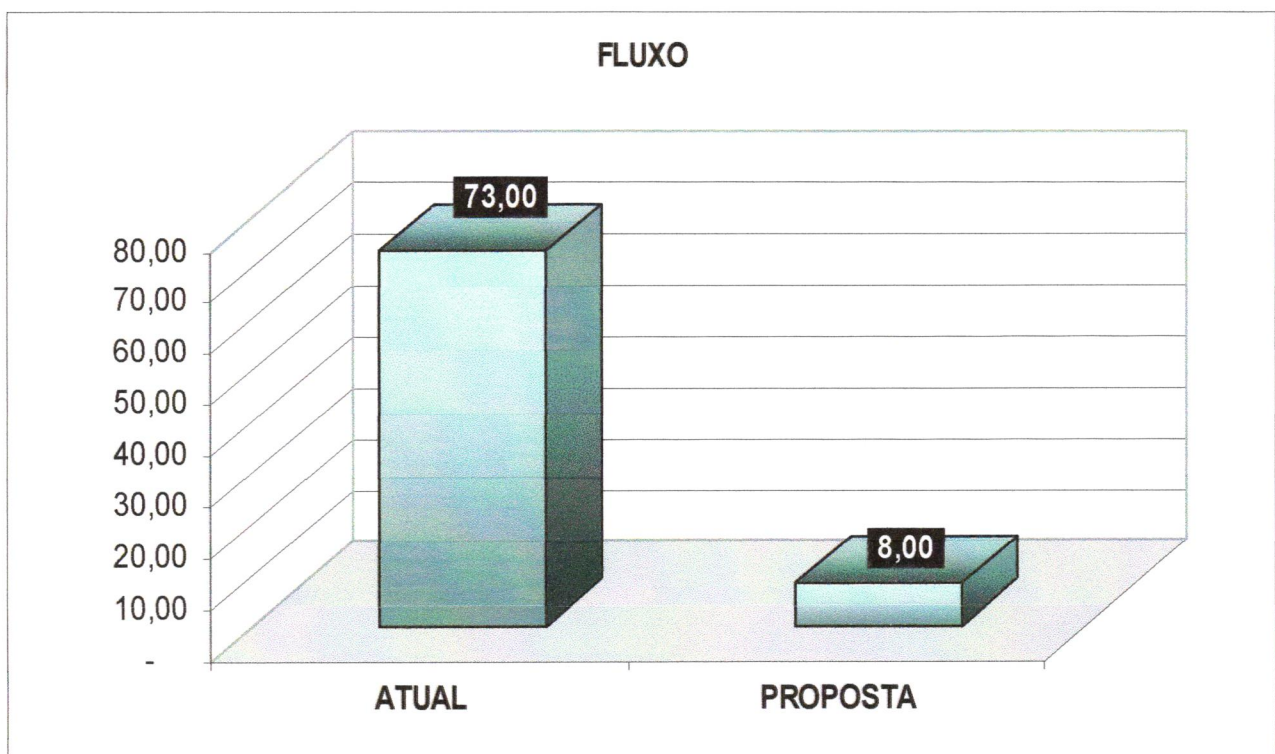


Gráfico 1 - Fluxo entre setores (movimentação)

A relação das distâncias percorridas entre para montagem de camisas do layout atual e do layout proposto é exibido no Gráfico 2.

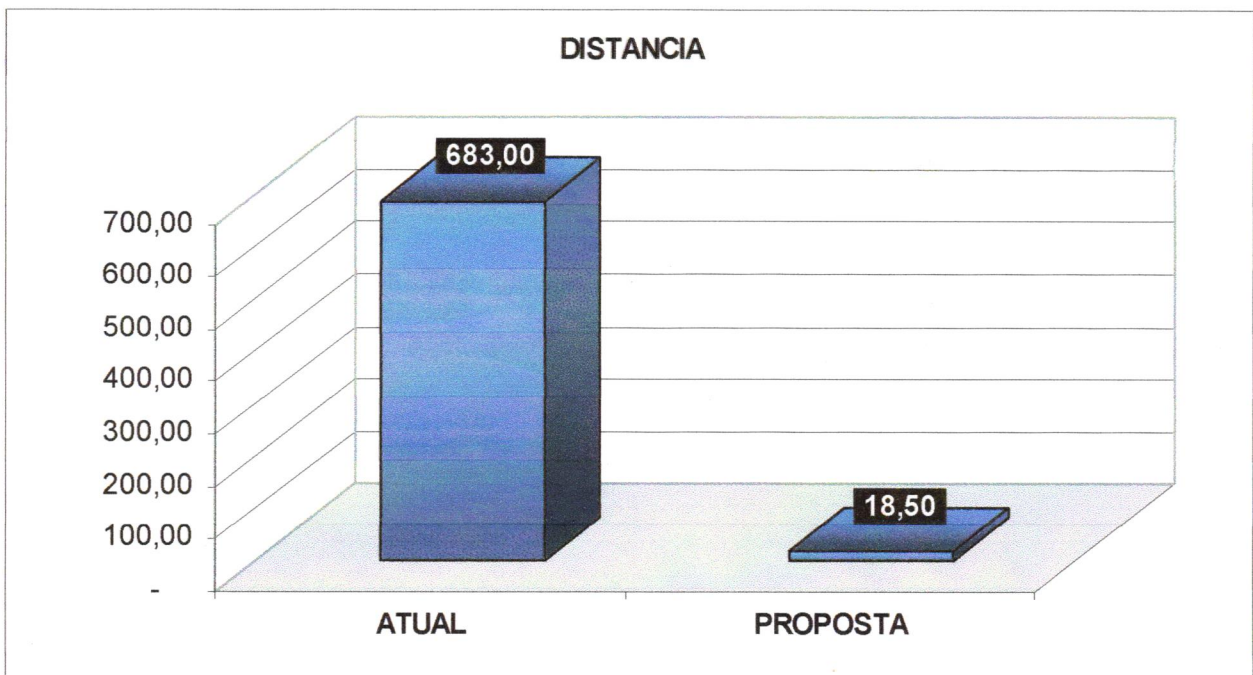


Gráfico 2 - Distâncias percorridas (m)

A eficiência do layout atual e do layout proposto é ilustrada no Gráfico 3. O resultado é obtido pela multiplicação da distância percorrida e o fluxo existente. Sendo que quanto menor o valor, maior será a eficiência.

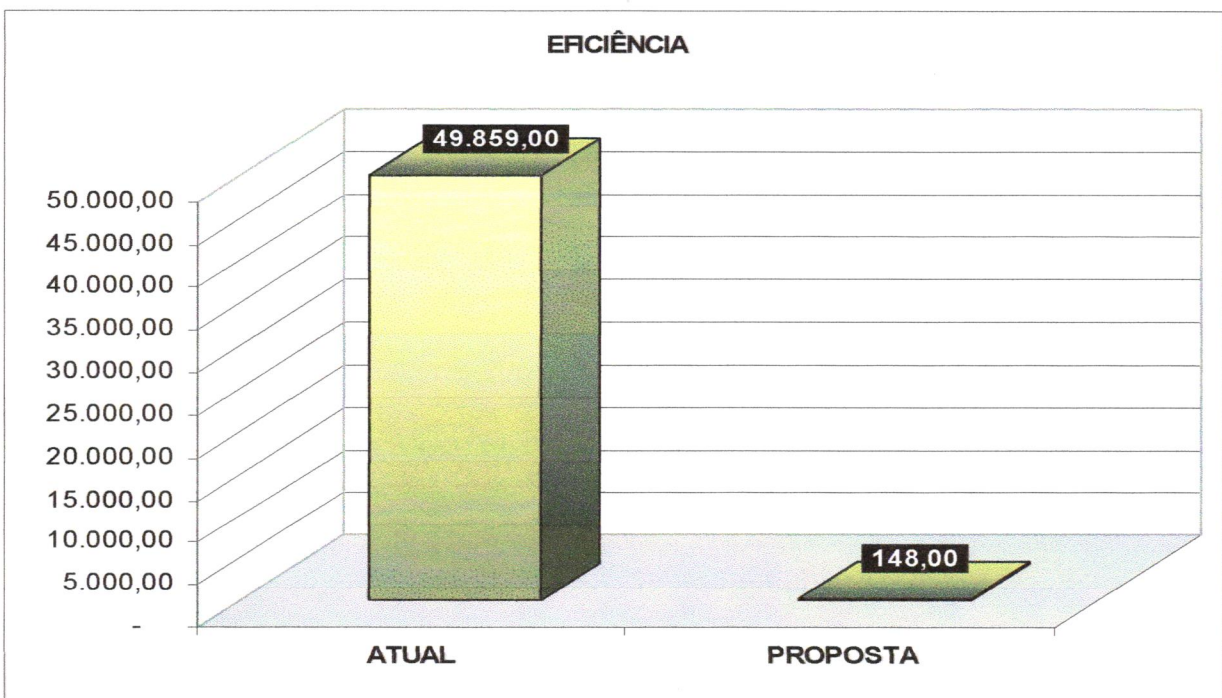


Gráfico 3 - Comparativo de eficiências

Além dessa eficiência do layout proposto é possível listar outras vantagens deste tipo de layout, como por exemplo, a flexibilização do processo de produção (volume e diversidade); a redução do custo de manuseio de materiais; a comunicação eficaz, devido à proximidade dos postos de trabalho; a melhor acessibilidade da supervisão e do serviço de manutenção; a facilidade para distribuição dos materiais e a agilidade para mensurar a produção horária.

Com relação ao fluxo de materiais, que são: embalagens, componentes e acessórios, suprimentos de manutenção, matéria-prima, e produtos em processo e finalizado. O objetivo é atingido, pois esta configuração minimiza o custo (não mensurado diretamente) de processamento, o tempo e a distância de transporte de um mesmo item, o esforço humano despendido e a redução de estocagem no sistema de produção.

Na nova configuração do setor de montagem da fábrica de camisas haverá apenas 04 (quatro) entradas de abastecimento de serviços e este mesmo número na entrega do serviço montado.

4 CONCLUSÕES

Os dados resultantes do estudo evidenciaram a possibilidade da maximização da eficiência do setor de montagem de camisas que tem como problemas a perda de produtividade das equipes de costura ocorrida da espera do serviço e o absenteísmo dos distribuidores internos, devido à fadiga causada pela operação, que há um excesso de movimentação manual de cargas.

Na análise de processos utilizou-se o mapofluxograma, que de maneira geral, procura apresentar o processos passo-a-passo, ação por ação e é a representação gráfica de processos de trabalho. Com o mapofluxograma identificou-se a utilidade de cada etapa do processo, verificou-se as vantagens de alterar a seqüência de operações, a adequação das pessoas e a necessidade de treinamento para o trabalho específico do processo.

O layout atual apresenta um fluxo entre setores de 72 (setenta e dois) e uma distância percorrida de 683 (seiscentos e oitenta e três) metros para produção de um lote com 50 (cinquenta) camisas, enquanto que o layout proposto disponibiliza um fluxo entre setores de 08 (oito) e uma distância percorrida de 148 (cento e quarenta e oito) metros para a mesma produção.

Portanto, com a implantação do sistema de manufatura por células como ferramenta para maximização da produção, os resultados serão otimizados em 336 (trezentos e trinta e seis) vezes, com relação a sua eficácia. E com um veículo de transporte com a capacidade para quatro lotes, as mini-fábricas de montagem, poderão ser abastecidas de uma única vez e simultaneamente o recolhimento do produto montado para o setor de acabamento.

REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho**. Trad. Sérgio Luiz Oliveira ET AL. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**, trad. Gustavo Kannenberg – Porto Alegre: Ed. Bookman 1998;

CONTADOR, José Celso. **Gestão de operações: a engenharia de produção A serviço da modernização da empresa**. 2ed. São Paulo. Edgard Blücher, 2004.

CORREIA L. H.; CORREIA, A. C. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2004.

GAITHER e FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1999.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MARTINS Petrônio Garcia, Fernando P. Laugení. **Administração da produção – 2. ed. Ver. Aum. E atual.** – São Paulo: Saraiva, 2005;

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

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**, trad. Maria Teresa Correa, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Correa. – 2. ed. – 7 reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007;

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.