

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Fernanda Soares Dalleaste

**CÉLULA DE MANUFATURA:
IMPLANTAÇÃO NA INDÚSTRIA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS**

Orientadora: Prof.^a Denise Lindstrom Bandeira

**Porto Alegre
2011**

Fernanda Soares Dalleaste

**CÉLULA DE MANUFATURA – IMPLANTAÇÃO NA INDÚSTRIA DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentada ao Curso de Graduação em
Administração da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul como requisito para a
obtenção do título de bacharel em
Administração.

Orientadora: Prof.^a Denise Lindstrom Bandeira

Porto Alegre

2011

Fernanda Soares Dalleaste

CÉLULA DE MANUFATURA: IMPLANTAÇÃO NA INDÚSTRIA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentada ao Curso de Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do sul como requisito para a obtenção do título de bacharel em Administração.

Aprovado em 08 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Denise Lindstrom Bandeira

Prof. José Carlos Fiorioli

AGRADECIMENTOS

À Deus que ilumina meus caminhos e me fortalece diariamente;

Aos meus pais, Valdemar e Lisete Dalleaste, meu irmão, Fabio Dalleaste, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida;

À professora Denise Bandeira pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia;

A todos os professores que foram tão importantes na construção do meu conhecimento;

À Epcos do Brasil que possibilitou a realização desta pesquisa, em especial ao Sr. Paulo Machado, pela colaboração e suporte.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e apoio constantes.

EPÍGRAFE

“Não tenho vergonha de mudar de ideia, porque não tenho vergonha de pensar.”

Blaise Pascal

RESUMO

Este trabalho se propôs a avaliar um processo implantado de *manufatura celular* na indústria de componentes eletrônicos, EPCOS do Brasil. Tendo como objetivo a análise das vantagens e desvantagens deste modelo além de suas dificuldades de implantação.

A pesquisa foi realizada, essencialmente, por meio de entrevistas com agentes atuantes direta e indiretamente no processo, bem como, por consulta de documentos da organização e pesquisa bibliográfica que dá base este estudo.

A partir da análise dos dados coletados, concluiu-se que a implantação do *layout* de manufatura celular trouxe grandes benefícios para a organização, mesmo tendo que lidar com diversas contingências.

Palavras-chave: Processo, Flexibilidade, Manufatura Celular

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de processos <i>versus</i> volume-variedade.....	18
Figura 2: Tipos básicos de arranjo físico relacionados com custo e volume.....	22
Figura 3: Incertezas sobre custos e definição de arranjo físico.....	23
Figura 4: Configuração básica de células de manufatura.....	25
Figura 5: Distribuição do tempo em processo	27
Figura 6: <i>Layout</i> de Grupo de Tecnologia.....	27
Figura 7: Análise do fluxo de produção.....	31
Figura 8: Tipos de células.....	33
Figura 9: As necessidades e o desempenho da produção.....	36
Figura 10: Linha de tempo Epcos do Brasil.....	41
Figura 11: Vendas por segmento.....	41
Figura 12: Mapa de exportação da Epcos do Brasil.....	42
Figura 13: Etapas da análise para melhoria de processos.....	49
Figura 14: Processo de Manufatura de Capacitor Eletrolítico de Alumínio.....	53
Figura 15: Diagrama de processo	54
Figura 16: Fluxo do processo antes da implantação.....	55
Figura 17: Simulação de custo de um capacitor.....	57
Figura 18: Projeto de célula para Epcos do Brasil.....	61
Figura 19: Comparativo de custo para produção de capacitor.....	63
Figura 20: Gráfico de aumento de produtividade	64

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Quadro teórico – Roteiro de entrevista.....	74
Anexo 2 – Objetivo determinado no início do projeto.....	77
Anexo 3 – Operador Multifuncional.....	78
Anexo 4 – Nova estrutura de fábrica após implantação da célula de manufatura.....	80
Anexo 5 – Acompanhamento de quebras de produção antes da implantação do projeto.....	81
Anexo 6 – Estudo manual de tempos.....	83
Anexo 7 – Etapas de formação e evolução das células e famílias de máquinas.....	84
Anexo 8 – Acompanhamento de quebras na produção 2011.....	85

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 PROCESSOS PRODUTIVOS	15
2.1.2 TIPOS DE PROCESSOS	17
2.2 ARRANJO FÍSICO.....	19
2.2.1 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO	22
2.3 CÉLULA DE MANUFATURA	25
2.3.1 VANTAGENS DA MANUFATURA CELULAR.....	27
2.3.2 DESVANTAGENS	29
2.3.3 IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS	30
2.3.3.1 FORMAÇÃO DE FAMÍLIAS E CÉLULAS DE MÁQUINA	31
2.3.3.2 ARRANJO DAS MÁQUINAS NAS CÉLULAS	33
2.4 MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	36
2.4.1 Qualidade	38
2.4.2 Velocidade.....	38
2.4.3 Confiabilidade	39
2.4.4 Custo.....	39
2.4.5 Flexibilidade	40
2.4.6. Produtividade	40
3 O CASO EPCOS DO BRASIL	42
3.1 A EMPRESA.....	42
3.2 JUSTIFICATIVA	45
3.3 OBJETIVOS.....	48
3.3.1 OBJETIVO GERAL	48
3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	49
5 ANÁLISE DE DADOS.....	51

5.1 PASSO 1 – Identificação dos processos prioritários.....	51
5.2 PASSO 2 – Definição do escopo da análise de processo	52
5.3 PASSO 3 – Mapeamento do processo	54
5.4 PASSO 4 – Análise do estado atual do processo	55
5.5 PASSO 5 – Definição do estado futuro do processo	60
5.6 PASSO 6 – Implantação do novo processo	62
6 OBSERVAÇÕES DE EXECUÇÃO	67
6.1 Dificuldades	67
6.2 Melhorias imensuráveis	68
6.3 Falhas	68
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
8 REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

O constante avanço tecnológico para disponibilizar recursos facilitadores de acesso à informação tornou possível conhecer hábitos e costumes de todos os lugares. Dessa forma, as culturas de todo planeta transcendem fronteiras e acabam por se tornar quase que hegemônicas pelo mundo, em que todos comem as mesmas comidas, vestem-se com as mesmas marcas e decoram suas casas com o mesmo estilo.

Entretanto, uma das grandes buscas do ser humano sempre foi se diferenciar do outro. Essa é a nossa maneira de demonstrar poder, de ter uma característica especial frente ao próximo. Sendo assim, essa homogeneização cultural causa um conflito interno e as pessoas passam a buscar sua identificação e diferenciação nos produtos que consomem. Surge então um novo nicho de mercado para suprir esta carência existencial da nova sociedade e oferecer ao mercado personalidade e individualidade através produtos pensados, customizados e criados para um grupo específico de consumidores ou, ainda, para um único cliente. As organizações perceberam que os compradores não podem ser agrupados, como um imenso mercado homogêneo, e sim que são indivíduos os quais desejos e necessidades particulares podem ser determinados e entendidos (PINE II, 1994).

O mercado absorveu a idéia de diversificação de produtos de maneira muito proveitosa. Hoje é possível encontrar muitas possibilidades de consumo para um mesmo produto ou serviço. Um mesmo aparelho de celular pode ter distintas cores a escolha do cliente ou ainda inúmeros aplicativos disponíveis, o que identifica o aparelho, tornando-o único. Além disso, é possível comprar um carro e escolher todos os acessórios e configurações do seu modelo, personalizando-o.

Dessa forma a indústria enterrou de vez a afirmativa clássica de Henry Ford de que “Você pode ter o carro da cor que quiser desde que seja preto”. Esta frase foi realmente válida quando o que os industriais buscavam era a produtividade máxima, alcançada por meio de uma fabricação padronizada que na época supria com louvor

os desejos do consumidor; já que naquele tempo a produção maciça conseguia produzir muito do mesmo com baixo custo e abastecia um mercado sedento por bens de consumo capaz de absorver toda esta produção. Utilizamos este processo produtivo por muitos séculos. Entretanto, a sociedade já há algum tempo não quer mais produtos padronizados. Ela quer variedade, quer opção de escolha, quer produtos feitos e pensados para ela. Portanto foi preciso desenvolver processos novos que se adaptassem à nova realidade de demanda e mantivessem os custos baixos.

Estes novos processos foram denominados de Customização Maciça ou Tecnologia de Grupo, alguns deles são:

- Sistemas de Manufatura Flexíveis (*FMS, Flexible Manufacturing Systems*)
- *Job shop*
- *Lean production*
- Célula produtiva (*Manufacturing cell*)

O grande desafio desses novos processos é produzir à maneira da produção em massa e tratando os clientes de forma individual, ou seja, fornecer produtos e serviços que melhor sirvam à necessidade dos consumidores enquanto mantêm a eficiência da produção maciça (JIAO, 1998 apud FRUTOS, 2006). Ou ainda, “o alvo principal da customização é produzir grandes variedades de produtos e serviços de forma que quase todos encontrem exatamente o que querem, a um preço razoável” (PINE II, 1994)

PINE II (1994) define que a melhor maneira para atingir a customização maciça é a criação de componentes modulares. Este trabalho tem o objetivo de entender como funciona a célula produtiva e todos os processos acessórios que precisam se adaptar para que o fluxo funcione como a cadeia de suprimentos, formas de se reduzir estoques e sua complexa programação de produção e logística.

Essas contingências são importantes visto que os fornecedores precisam ser verdadeiros parceiros na busca de desenvolvimento mútuo e permanente. Para o setor de estoques, o grande desafio é manter os custos de armazenagem baixos

com uma grande variedade de itens; já a programação de produção precisa contar com constante alteração de itens produzidos.

Dentre os modelos produtivos que visam a customização maciça anteriormente citados, este trabalho estudará o *layout* de célula de manufatura buscando definir suas vantagens, desvantagens, dificuldades de aplicação e impacto nas áreas acessórias à produção. A pesquisa se dará por meio de um estudo de caso realizado em uma indústria de componentes eletrônicos que desenvolve itens de acordo com a necessidade do cliente e que definiu a célula produtiva como o melhor processo para atender a sua demanda com menor custo. O estudo contará com visita à fábrica, consulta a documentos e entrevistas com gerentes de cada área para melhor compreensão deste processo.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: no capítulo 1 é introduzido o tema com uma breve justificativa da pesquisa, no capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre processos produtivos, arranjo físico com foco na célula de manufatura, no capítulo 3 a empresa onde a pesquisa foi realizada é apresentada junto a justificativa e definição de objetivos deste estudo, no capítulo 4 são descritos os procedimentos metodológicos utilizados, no capítulo 5 está a análise dos dados obtidos durante a pesquisa, no capítulo 6 são apresentadas observações sobre a execução de implantação, no capítulo 7 foram feitas considerações sobre a pesquisa com análise dos resultados, limitações e sugestões, por fim, no capítulo 8 são descritas as referências utilizadas neste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A nova lei de mercado exige das atuais manufaturas adequações radicais de seus processos. Para atender a nova demanda, modelos de produção ágeis estão surgindo como solução para sistemas produtivos com demanda pouco previsível e dinâmica, e com alto grau de customização em seus produtos. É esta estratégia que muitas empresas estão adotando como solução para as novas oportunidades de mercado (SANCHEZ; NAGI, 2001 apud DALMAS, 2004).

Black (1998) lista os principais motivos para a mudança do mercado:

- Aumento na variedade de produtos, resultando em menores quantidades e, conseqüentemente, menores tamanhos de lote;
- Aumento no rigor ao cumprimento de características específicas dos produtos, com maior demanda por exatidão e precisão;
- Aumento na variedade e complexidade dos materiais utilizados com produção, com propriedades diversas;
- O custo de movimentação materiais e energia é parte principal do custo total do produto, a mão-de-obra direta representará de 5% a 10% do todo e seguirá diminuindo;
- Necessidade de produtos mais confiáveis;
- O tempo entre a concepção do projeto e o produto fabricado deve ser reduzido através dos esforços de engenharia; e
- Para alimentar mercados globais é preciso produzir produtos globais.

Para o atendimento dos requisitos do mercado citados acima, o planejamento do *layout* assume uma tarefa importante na obtenção de vantagens competitivas. Esta seção apresentará conceitos dos tipos de arranjo físico que são mais bem adequados ao mercado atual, com aprofundamento na manufatura celular (DALMAS, 2004).

2.1 PROCESSOS PRODUTIVOS

Slack *et al.* (2009) definem processos como “o arranjo de recursos que produzem alguma mistura de produtos e serviços”. Ou ainda, todas as operações que produzem produtos ou serviços através da transformação de entradas em saídas.

Este conceito é aplicável a toda e qualquer organização, mas os processos em cada uma são muito diferentes, devido ao seu *input* e *output*. Para diferenciá-los, Slack *et al.* (2009) definiram quatro características importantes, as quais foram denominadas de 4 V's. São elas:

- “V” 1 – Volume de *output* – esta dimensão do processo traz duas possibilidades, uma delas consiste em um elevado grau de repetição das tarefas e sistematização do trabalho, onde existem padrões de procedimento, tornando possível investimento em ferramentas especializadas e o custo por unidade produzida é baixo; a outra tem baixo grau de repetição, com funcionários executando mais de uma tarefa, sendo capazes de produzir diferentes produtos, o que acaba por tornar o produto mais caro, mas também diferenciado.
- “V” 2 – Variedade de *output* – esta dimensão do processo contempla a flexibilidade de produção. Uma organização pode tanto produzir itens sempre iguais com um processo de produção padronizado ou adequar seus processos para atender a necessidade do cliente com produtos específicos.
- “V” 3 – Variação da demanda – esta dimensão do processo contempla possíveis mudanças na demanda pelo produto ou serviço produzido. Os produtos que sofrem com sazonalidade, tais como sorvete, itens decorativos e ar condicionado, geralmente têm custo mais elevado, pois precisam considerar na sua programação de produção esta variação e possíveis estoques ou horas extras.
- “V” 4 – Visibilidade que os consumidores possuem da produção de *output* – esta dimensão se refere a percepção que o consumidor consegue ter das operações

da organização. É comum as operações de processamento de consumidores estão mais expostas que as operações de processamento de materiais. Por exemplo, no varejo de roupas, uma organização pode resolver operar como uma cadeia de lojas do tipo boutique. Alternativamente, pode decidir não possuir lojas e preferir vender através de operações baseadas na internet.

Slack *et al.* (2009) também classificam os objetivos de desempenho da produção nos quais se aplicam a todos os tipos de operações produtivas. São eles:

- **Qualidade:** esta característica é, por vezes, a mais visível. Ela é, relativamente, fácil de julgar e, portanto, exerce a maior influência na satisfação ou insatisfação do consumidor. Quando este objetivo é atingido, ainda diminuímos custos com retrabalho e desperdício além de aumentar a confiabilidade do cliente nos produtos oferecidos.
- **Velocidade:** significa o tempo transcorrido entre a requisição e o recebimento do produto ou serviço pelo consumidor. O grande benefício da rapidez de entrega dos bens é que ela agrega valor a oferta. Quanto mais rápido o bem estiver disponível, mais provável que o consumidor venha a comprar e ainda pagar mais caro por isso. Além disso, com velocidade é possível diminuir estoques e riscos, considerando que é muito mais seguro prever os eventos da próxima semana do que do próximo ano.
- **Confiabilidade:** significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços exatamente na data solicitada ou, ao menos, na data prometida. Inicialmente, a confiabilidade talvez não afete a escolha do consumidor, pois ele já teria comprado. Contudo, no decorrer do tempo, pode se tornar o critério mais importante, já que não importa o quão barato seja o produto se eu não o tenho disponível quando preciso.
- **Flexibilidade:** significa ser capaz de alterar a operação de alguma forma. Especificamente a flexibilidade deve atender a quatro tipos de exigências:
 - De produto/serviço – a capacidade de a operação introduzir ou modificar produtos e serviços;
 - De composto (*mix*) – a capacidade da operação em produzir uma ampla variedade ou composto de produtos e serviços;

- De volume – a capacidade da operação de alterar seus níveis de *outputs* para produzir diferentes quantidades ou volumes de produtos ao longo do tempo;
- De entrega – a capacidade da operação em alterar os tempos de entrega de seus produtos e serviços.

Um dos efeitos externos benéficos da flexibilidade é a maior capacidade de uma operação de fazer coisas diferentes para consumidores diferentes. Normalmente, alta variedade significa alto custo, pois operações com alta variedade, geralmente, não produzem em alto volume. Algumas empresas desenvolveram flexibilidade de tal forma que seus produtos e serviços são manufaturados para atender consumidores individuais. Ainda assim, conseguem produzir em alto volume, mantendo os custos baixos. Essa abordagem é denominada customização em massa (SLACK *et al.*, 2009)

- Custo: custo baixo é um objetivo universalmente atraente, tanto para as empresas que concorrem por preço, pois assim poderão diminuí-lo, quanto as que concorrem por outros aspectos, pois dessa forma aumentam seu lucro. A produção gastará dinheiro em produções, instalações, tecnologia, equipamentos e materiais.

2.1.2 TIPOS DE PROCESSOS

Operações produtivas distintas entre si, mesmo aquelas dentro da mesma operação podem adotar diferentes tipos de processo. Essas diferenças vão bem além de tecnologias ou exigências distintas de processamento dos produtos e serviços. Elas são justificadas pelo fato de que nenhum tipo de projeto de processo é o melhor para todos os tipos de operação. A posição de operação no *continuum* volume-variedade é o fator determinante no projeto e na abordagem gerais para gerenciar suas atividades. Essa “abordagem geral” para definir e administrar processos é denominada tipos de processos (SLACK, 2009)

- Processo de projetos – lida com produtos personalizados e, frequentemente, o tempo para fazer o produto é longo. Por isso, o volume é baixo e a

variedade é alta. A principal característica deste tipo de processo é que cada trabalho tem início e fim bem definidos.

- Processo de *jobbing* – assim como o processo de projeto, lida com variedade muito alta e baixos volumes. Contudo, enquanto em processo de projetos cada produto tem recursos próprios dedicados exclusivamente a ele, no processo *jobbing* cada produto deve compartilhar os recursos de operação com diversos outros. Os produtos diferirão entre si pelas necessidades específicas de cada um. Além disso, o processo por *jobbing* produz itens menores e menos complexos.
- Processo em lotes – neste processo, cada vez que um processo em lotes fabrica um produto, é produzido mais do que uma unidade deste. Dessa forma, cada parte da operação tem períodos em que está se repetindo. Por esse motivo, o processo em lotes tem uma gama mais ampla de níveis de volume e variedade.
- Processo de produção em massa – são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente pequena. As operações em massa são essencialmente repetitivas e amplamente previsíveis.
- Processos contínuos – operam com volumes maiores do que os processos em massa e com variedade menor. Normalmente atuam por períodos de tempo muito mais longos. Às vezes os produtos são inseparáveis no processo e produzidos em fluxo ininterrupto.

Na Figura 1 é apresentado um quadro que relaciona volume e variedade com cada tipo de processo, além de relacionar com a complexidade e continuidade de cada um deles:

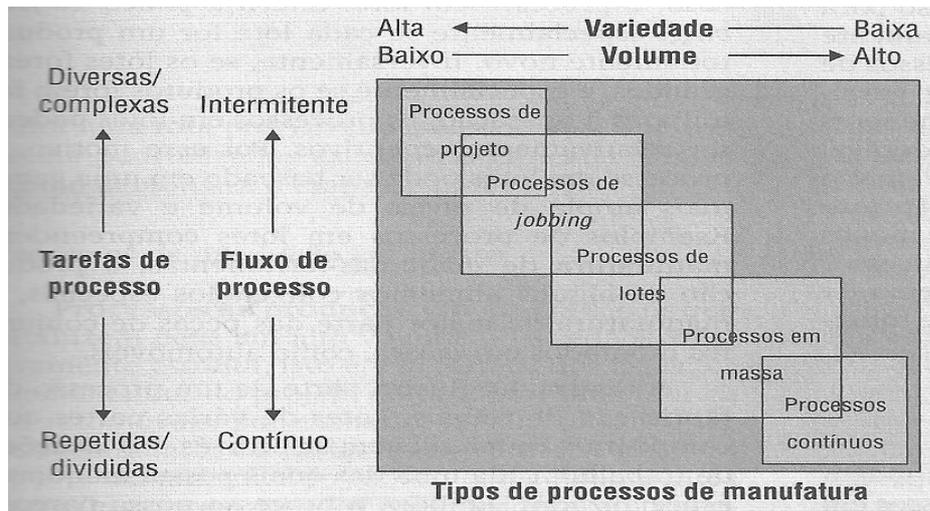


Figura 1: Tipos de processos versus volume-variedade
 Fonte: Slack *et al.* (2009)

2.2 ARRANJO FÍSICO

Esta seção tem forte referência em Moreira (2008). Para este autor a definição de arranjo físico é tipicamente tática, ou seja, não se repete em uma rotina, mas também não são raras. O planejamento do arranjo físico significa decidir sobre a disposição dos centros de trabalho. A preocupação básica nesta decisão concerne em tornar mais fácil o movimento do trabalho por meio do sistema, quer esse movimento se refira ao fluxo de pessoas ou de materiais.

Slack *et al.* (2009) definiram o arranjo físico como uma operação qual diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores do processo de produção e como as várias tarefas da operação serão alocadas a esses recursos. Juntas, essas duas decisões ditam o padrão do fluxo dos recursos transformados à medida que eles progredem pela operação ou processo.

Moreira (2008) cita ainda três motivos que justificam a importância da tomada de decisão quanto a arranjo físico:

- 1) Afeta a produtividade das operações: uma mudança adequada no arranjo físico é capaz, muitas vezes, de aumentar a produção que se processa, usando os mesmos recursos que antes, simplesmente pela racionalização no fluxo de pessoas e/ou materiais;
- 2) Mudanças no arranjo físico resultam no dispêndio de consideráveis somas de dinheiro;
- 3) As mudanças no arranjo físico já instalado geram elevados custos e/ou dificuldades técnicas; com risco ainda de causar interrupções indesejáveis no trabalho.

A primeira vista temos a impressão que um arranjo físico é quase impossível de ser mudado, mas isso não é verdade, pois diversos fatores podem levar sua reestruturação, tais como ineficiência de operações, taxas altas de acidente, mudanças de produto, mudanças no volume de produção, entre outros (MOREIRA, 2008).

Os objetivos de qualquer arranjo físico dependem das metas estratégicas de cada operação, mas existem alguns objetivos gerais que são relevantes a todas as operações (SLACK *et al.*, 2009):

- Segurança inerente – Todos os processos que representem algum tipo de perigo, tanto para a mão-de-obra como para os clientes, devem ter acesso apenas a pessoas autorizadas. As saídas de emergência devem ser claramente sinalizadas e com acesso livre.
- Extensão de fluxo – O fluxo de materiais, informações ou clientes deve ser organizado pelo arranjo físico, de modo a atender aos objetivos da operação.
- Clareza de fluxo – Todo o fluxo de materiais e clientes deve ser sinalizado de maneira clara e evidente para funcionários e clientes.
- Conforto para os funcionários – Os funcionários devem ser alocados longe das partes barulhentas ou desagradáveis da operação. O arranjo físico deve proporcionar um ambiente de trabalho bem ventilado, bem iluminado e, sempre que possível, agradável.
- Coordenação gerencial – Supervisão e comunicação devem ser facilitadas pela alocação dos funcionários e por dispositivos de comunicação.

- Acessibilidade – Todas as máquinas, instalações e equipamentos devem apresentar fácil acesso para limpeza e manutenção adequadas.
- Uso do espaço – Todos os arranjos físicos devem permitir uso adequado de espaço disponível para cada operação. Ou seja, minimizar o espaço utilizado para uso específico.
- Flexibilidade de longo prazo – Os arranjos físicos devem ser reestruturados periodicamente à medida que as necessidades da operação mudam. Um bom arranjo físico pode ser concebido com possíveis necessidades futuras da operação já em mente.

2.2.1 TIPOS DE ARRANJO FÍSICO

Existem três tipos de arranjo físico que correspondem a três modelos de sistema de produção, são eles (MOREIRA, 2008):

- 1) *Arranjo Físico por Produto*: relacionado ao sistema de produção contínua. É usado quando se precisa de uma sequência linear de operações, em que cada centro de trabalho se torna responsável por uma parte específica do produto. Este arranjo é bastante utilizado na produção de itens com alto grau de padronização, que caracterizam baixo custo unitário, devido ao grande volume de produção e baixo custo de treinamento devido à rotina e simplificação das operações. As principais desvantagens deste arranjo são a atividade repetitiva que leva à baixa motivação dos empregados e a inflexibilidade a variações de um projeto ou produto.
- 2) *Arranjo Físico por Processo*: relacionado ao sistema de produção de fluxo intermitente. Neste arranjo os blocos de trabalho são agrupados de acordo com as funções que desempenham. Na indústria, isso significa que as máquinas de uma mesma função são agrupadas, e o produto caminha até a máquina adequada à próxima operação. Sendo assim, um mesmo grupo de máquinas, serve a diferentes produtos, aumentando a flexibilidade da produção, entretanto suas taxas de produção são baixas. Além disso, o estoque de material em processo costuma ser elevado e a programação e controle da produção tornam-se complexos.
- 3) *Arranjo Físico de Posição Física*: relacionado ao sistema de produção em projetos. Este arranjo é utilizado quando não é possível mover o bem produzido, tal como construir imóveis, navios ou aviões, escrever um livro e pintar um quadro. A produtividade neste arranjo é bastante baixa e, geralmente, são criados artigos únicos.

Além dos três tipos de arranjo físico citados por MOREIRA (2008), Slack *et al.* (2009) trazem também um quarto tipo de arranjo físico.

4) *Arranjo Físico Celular*: é aquele em que todos os recursos transformadores semelhantes a um grupo de produtos são reunidos para movimentar-se por uma parte específica da operação (ou célula) com objetivo de atender suas necessidades imediatas de processamento. A célula em si pode ser organizada segundo um arranjo físico funcional ou por produto. O arranjo físico celular é uma tentativa de trazer alguma ordem para a complexidade de fluxo que caracteriza o arranjo físico funcional.

A decisão sobre qual arranjo físico utilizar em um processo produtivo é determinada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um. As características de volume e variedade de uma operação ajudam a reduzir as possibilidades de escolha, de *grosso modo*, a uma ou duas opções. De todas as características talvez a mais importante seja a implicação para custo unitário, já que os custos totais para cada tipo de arranjo dependerão dos volumes de produtos produzidos (SLACK, 2009).

A Figura 2 traz um gráfico volume *versus* custos, auxiliar a determinar o arranjo físico mais adequado de acordo com as características de produção da organização.

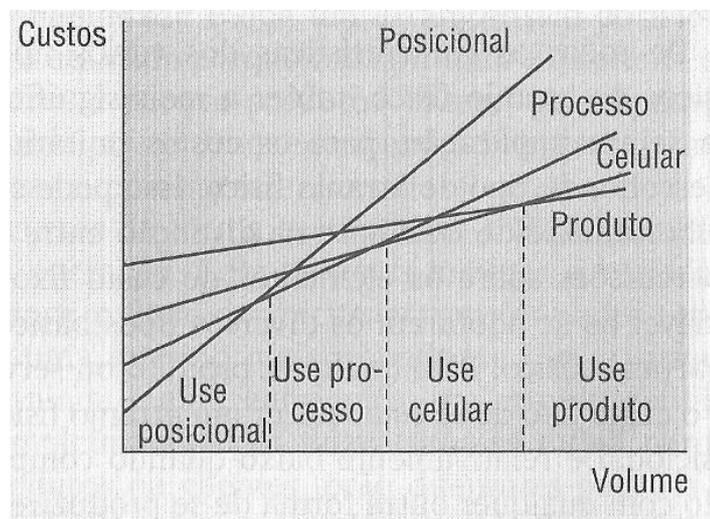


Figura 2: Tipos básicos de arranjo físico relacionados com custo e volume

Fonte: SLACK (2009)

O gráfico nos dá a entender que para cada volume existe um tipo básico de arranjo físico de custo mínimo. Contudo, na prática, esta percepção não é nada

clara, pois é muito difícil de prever o custo exato de operar o arranjo físico e provavelmente este cálculo dependerá de fatores numerosos e difíceis de quantificar. Devido a incerteza sobre os custos fixos e variáveis exatos de cada tipo de arranjo físico raramente a decisão pode basear-se exclusivamente na consideração de custo (SLACK, 2009).

A Figura 3 apresenta situações em que mais de um *layout* pode ser aplicado se utilizarmos apenas o gráfico de custo e volume para definir o tipo de arranjo físico. Nestes casos, uma avaliação criteriosa deve ser realizada considerando as duas ou mais possibilidades e analisar vantagens e desvantagens de cada uma no processo de produção do produto em questão.

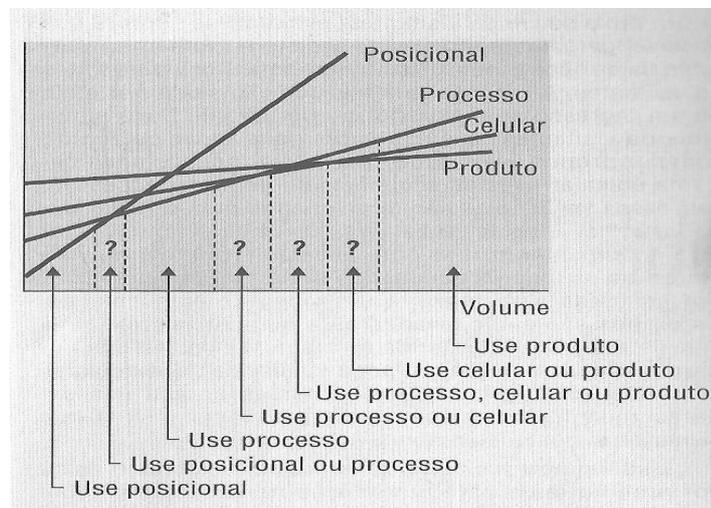


Figura 3: Incertezas sobre custos e definição de arranjo físico

Fonte: Slack *et al.* (2009)

O processo de definição de arranjo físico funcional teve quatro passos pré-determinados por Slack *et al.* (2009):

- 1) Passo 1 – Buscar informações sobre os centros de trabalho e os fluxos entre eles.
- 2) Passo 2 – Montar um esquema de arranjo físico, mostrando os centros de trabalho e os fluxos entre eles, e alocar os pares de centros de trabalho com fluxo mais intenso próximos entre si.
- 3) Passo 3 – Ajustar o esquema de arranjo físico de forma a considerar as restrições da área dentro da qual o arranjo físico deve caber.

- 4) Passo 4 – Desenhar o arranjo físico representando áreas reais dos centros de trabalho e as distâncias que os materiais e as pessoas devem percorrer. O cálculo de eficácia do arranjo físico deve considerar ou as distâncias totais percorridas ou o custo da movimentação.
- 5) Passo 5 – Verificar se a troca da alocação de quaisquer dois centros reduz a distância total percorrida ou o custo de movimentação. Se sim, fazer a troca e retornar ao passo 4. Se não, fazer deste arranjo físico final.

2.3 CÉLULA DE MANUFATURA

No arranjo físico por processos, a disposição relativa das máquinas ou departamentos é fator crítico devido a grande movimentação de pessoas ou materiais, que se reflete no custo de transporte dentro da fábrica (MOREIRA, 2008). A célula de manufatura tem como objetivo minimizar este problema reduzindo distâncias e caminhos percorridos durante o processo.

O conceito de célula de manufatura criou forma na década de 40 no Japão com a aplicação da filosofia de Tecnologia de grupo criada pelo russo Mitrofanow. Esta filosofia defendia o agrupamento de peças que poderiam ser fabricadas em uma mesma máquina, de forma a racionalizar sua produção. Décadas após dos japoneses, os industriais americanos também passaram a utilizar este modelo produtivo (SILVEIRA, 1994).

O *layout* em células de manufatura baseia-se no trabalho cooperativo ou em time de pessoas que formam um grupo com o mesmo objetivo com relação à produção a realizar. Consiste em arranjar em um só local, máquinas diferentes e todos os insumos necessários para poder fabricar o produto inteiro (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Este processo é também denominado como Tecnologia de Grupo, “um tipo de organização fabril na qual os materiais processados são totalmente divididos entre unidades organizacionais (grupos) onde cada item completa todos os estágios de fabricação e montagem exigidos, sendo estes grupos aparelhados com todos os

equipamentos e acessórios necessários a esta tarefa”. (BURBIDGE, 1992 apud SILVEIRA, 1994). Cada família ou grupo de produtos possui, portanto, um projeto e características de manufatura semelhantes. Dessa forma, o processamento de cada membro de uma família é parecido com os demais, o que resulta na eficiência da produção (MOREIRA, 2008).

O objetivo da célula de Manufatura é reduzir a complexidade e obter efeitos de economias de escala na produção em lotes, isso através da simplificação e padronização de processos similares, tais como peças, montagens, planejamento de processo e ferramentas. (TATIKONDA e WEMMERLOY, 1992 apud SILVEIRA, 1994).

Black (1998) definiu as principais características do sistema de manufatura celular:

- A taxa de produção para a célula é ditada pelo tempo de ciclo para o sistema;
- O arranjo das máquinas deve basear-se seguindo a seqüência do processo de produção de uma família de produtos;
- A célula é, geralmente, projetada na forma de uma linha em “U” (Figura 4);

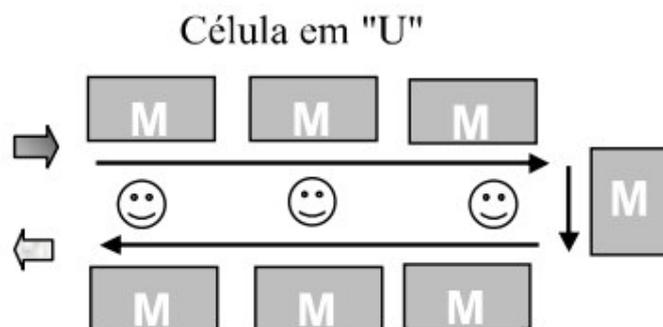


Figura 4: Configuração básica de células de manufatura

Fonte: Silveira (1994)

- Os operadores são multifuncionais e polivalentes;

- As máquinas utilizadas a são menores, mais lentas e específicas, por isso, usualmente mais baratas.

2.3.1 VANTAGENS DA MANUFATURA CELULAR

Silveira (1994) apud Dalmas (2004) destacou algumas vantagens do processo de manufatura celular, são elas:

- Os roteiros de produção e os relacionamentos entre componentes e máquinas são mais simples, o que aumenta a acurácia dos sistemas de planejamento e controle da produção, facilitando sua execução;
- Redução das atividades e manuseio de materiais, devido à minimização das distâncias entre as operações;
- O tempo de *setup* entre os lotes processados tende a reduzir-se a medida que aumenta o grau de similaridade entre as peças processadas na mesma célula, dessa forma justificando economicamente a redução dos lotes e aumentando a capacidade produtiva;
- A padronização de máquinas e ferramentas, possibilitada pela similaridade entre os componentes, reduz diversidade destas e, conseqüentemente, a ociosidade dos meios de produção;
- O processo produtivo torna-se mais simples, pois devido à padronização, o número de relações é reduzido. Isso facilita a automação posterior das células;
- Redução dos tempos mortos de produção, visto que o trajeto percorrido pelos componentes é reduzido consideravelmente. Dessa forma, o tempo total de fabricação e os estoques intermediários são reduzidos;

Na Figura 5, podemos visualizar um estudo apresentado por Lorini (1993) no qual é apontado que o tempo de movimentação e posicionamento dos materiais durante o processo produtivo é, em média, maior do que o tempo de

processamento efetivo dos mesmos, por isso a redução destes tempos é de extrema importância na redução de custos de produção.

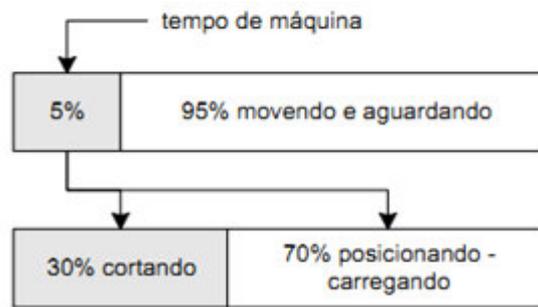


Figura 5: Distribuição do tempo em processo
Fonte: Lorini (1993)

- Treinamentos mais rápidos efetivo além de ganhos de qualidade advindos de um conhecimento maior por parte dos operadores, devido a variedade das atividades desempenhadas por uma mesma máquina ser reduzida;
- Melhora no relacionamento em equipe, bem como o grau de envolvimento e a participação dos trabalhadores que se sentem agentes atuantes do processo; e
- Conscientização dos trabalhadores no que tange ao sentido e importância de suas tarefas no contexto geral do processo é um fator associado à arquitetura em célula que contribuem em termos de melhorias da qualidade no processo.

Martins e Laugeni (2005) comentam que estes fatores implicam diretamente no aumento da qualidade, da produtividade e da motivação no ambiente de trabalho. Hassan (1995) corrobora com estes autores citando que além da melhora na produtividade, há redução de custos operacionais com minimização do tempo de manuseio e distâncias percorridas pelos materiais, devido à pequena quantidade de equipamentos e à simplicidade dos fluxos. Contudo, Burbidge (1991, apud HASSAN, 1995) afirma que estas vantagens não são percebidas logo após a implantação deste *layout*, sendo novas adaptações necessárias visando tornar apropriada a disposição das máquinas dentro das células.

Por exemplo, na Figura 6, a célula 1 é um arranjo *job shop* enquanto cada uma das outras células é linha de fluxo. Neste modelo é preciso considerar, além dos movimentos dentro da célula, que há também troca de partes entre as células 3

e 4, e entre as células 1 e 3, portanto a disposição das células também precisa ser avaliada com o objetivo de reduzir custo de movimento.

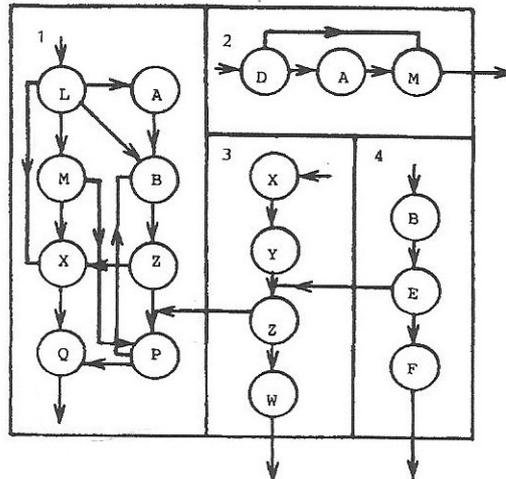


Figura 6: *Layout* de Grupo de Tecnologia.
Fonte: Hassan (1995)

No curto prazo, Lorini (1993) define que é possível perceber as seguintes vantagens:

- Controle mais eficiente do projeto do produto;
- Ausência ou minimização de estoques intermediários;
- Simplificação do planejamento de processo;
- Racionalização da programação da produção;
- Melhor acesso e precisão das informações;
- Significativa economia nos custos de produção.

2.3.2 DESVANTAGENS

As principais desvantagens citadas por Silveira (1994) apud Dalmas (2004) são:

- Dificuldade em incluir produtos muito diferentes daqueles para os quais as células foram desenvolvidas. Pois estas foram desenhadas a partir dos componentes existentes na fábrica. Em alguns casos, é preciso uma

reestruturação no *layout* para adequar o novo produto ao processo de produção instalado. Para evitar este problema, a engenharia de produto deve criar novos produtos considerando características de componentes já existentes;

- Existe a possibilidade de se alocar máquinas grandes em células específicas que acabam ficando ociosas. Para eliminar este problema, deve-se substituir estas máquinas por outras menores, justificando economicamente sua dedicação a uma pequena variedade de componentes;
- A movimentação de máquinas imposta pelo modelo de manufatura celular envolve vários custos com instalações elétricas e hidráulicas, reformas, dias parados, etc;
- O investimento em máquinas redundantes de produção, com objetivo de minimizar o nível de movimentação de elementos entre células, pode causar, no primeiro momento, a ociosidade geral da firma. O *trade-off* entre o custo do investimento e o custo de movimentação deve ser analisado caso a caso;
- Requer supervisão geral;
- Os funcionários precisam ter maiores habilidades para participar do time de produção celular; e
- Pulmões e inventário são requeridos para eliminar o manuseio entre as células, caso o fluxo não seja balanceado em cada célula,

2.3.3 IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS

Hassan (1995) enumera três etapas para a implantação do *layout* de manufatura celular. São elas:

- 1) Formação de famílias e células de máquinas;
- 2) Arranjo das máquinas ou estações de trabalho em cada células;

3) Determinar a configuração de células no chão da fábrica.

2.3.3.1 FORMAÇÃO DE FAMÍLIAS E CÉLULAS DE MÁQUINA

Existem diferentes fórmulas para definir a formação das células, Martins e Laugeni (2005) apresentam o conceito russo, que consiste em analisar as peças agrupando-as em função dos equipamentos pelos quais são processadas, por suas geometrias e pelo tipo de processo que estão incluídas. A etapa de divisão de peças em famílias é considerada por Moreira (2008) entre outros autores como das grandes dificuldades de implantação deste modelo.

Martins e Laugeni (2005) citam também a formação de famílias pelo conceito de codificação onde são criados códigos para a separação das peças.

Moreira (2008) define família de peças como “um conjunto de peças que são consideradas similares por causa de seu formato geométrico, tamanho e/ou sequência de passos de processamento de sua produção”. Tanto Moreira (2008) quanto Lorini (1993) descrevem três mesmos métodos para elaboração das famílias de peças, são eles:

a) Inspeção Visual: é o menos sofisticado e o mais barato dos métodos. A classificação é feita pela observação ou da peça ou da sua fotografia. É altamente dependente da experiência humana, além de ser limitado pelo número de peças que podem ser fisicamente manuseadas em tempo aceitável.

b) Classificação e Codificação por Exames dos Dados de Projeto de Produção: este método parece ser o mais comum de todos. Avalia-se o projeto individual e as características de manufatura peça a peça, o que resulta em um número de código que identifica suas características. O esquema pode ser levado a efeito sobre uma amostra representativa de peças de forma a se obter o conjunto das famílias.

c) Análise do Fluxo de Produção: este método faz uso da informação contida nos diagramas de processo em vez de desenhos das peças. Peças com fluxos

similares são agrupados na mesma família. Por embasar-se nas rotas de processo das peças não é precisa e dependente da confiabilidade dos dados registrados nas folhas de processo. Por isso, é recomendado para lotes médios e repetitivos.

A análise dos processos deve considerar (LORINI, 1993):

- Custos de produção;
- Tempo de processamento;
- Frequência de movimentação de uma peça durante o processo;
- Limite de ciclos que um sistema de movimentação suporta;
- Limite de máquinas por células;
- Limite do porte das máquinas por células.

Além dos três métodos mencionados, Lorini (1993) apresenta também o reconhecimento de padrões. Este método consiste em ter critérios de similaridade determinados através de funções de avaliação dos elementos da amostra por algum processo, a análise quantitativa do processo é traduzida em uma forma representativa do seu “status” para poder se comparado com o modelo ou padrão pré-determinado.

Slack *et al.* (2008) propõem a análise de Produção (Production Flow Analysis – PFA) que torna possível analisar os requisitos do produto e de processo, simultaneamente. Na Figura abaixo podemos ver dois passos desta formação, no momento da Figura 7(a) uma operação de manufatura agrupa os componentes produzidos em oito famílias e a primeira vista não parece ser possível agrupar esta produção em células por similaridade, entretanto, na Figura 7(b) já conseguimos visualizar que ao movermos os “x`s” a fim de os agruparmos o mais próximo de uma diagonal conseguimos distribuir a produção nas células A, B e C. Ainda seriam necessários ajustes e realocações, mas já conseguimos tornar visível o projeto de implementação da célula de manufatura.

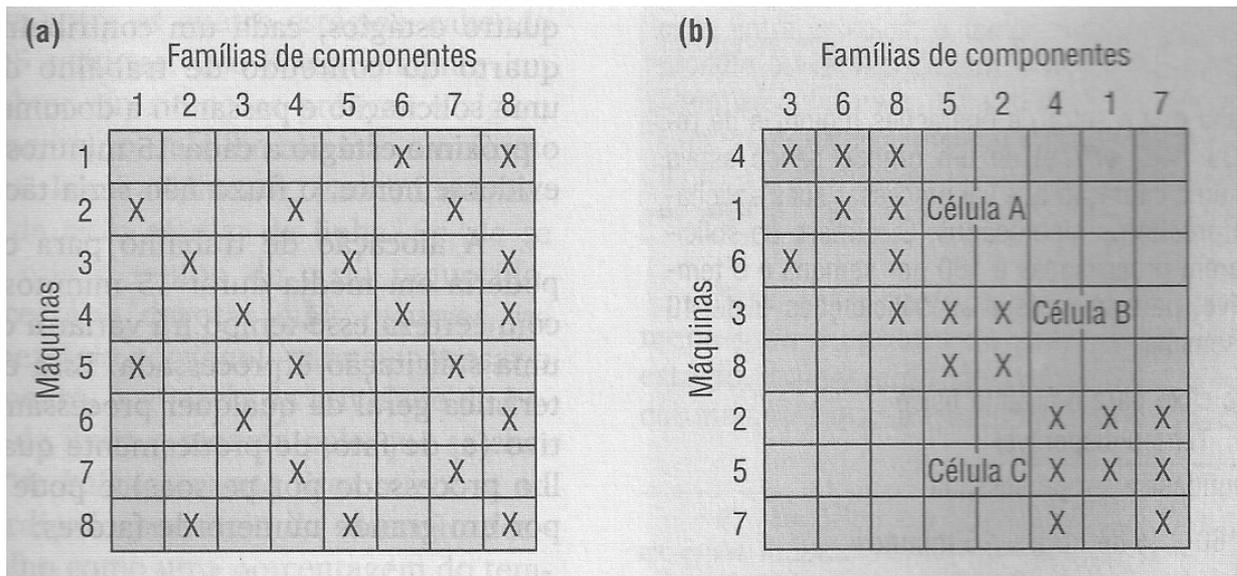


Figura 7: Análise do fluxo de produção
Fonte: Slack (2008)

2.3.3.2 ARRANJO DAS MÁQUINAS NAS CÉLULAS

O tamanho da célula é medido pelo número de processos ou de máquinas que serão alocados na mesma. Este parâmetro deve ser controlado por várias razões, entre elas estão (LORINI, 1993):

- A limitação do espaço físico disponível;
- O tipo de sistema de movimentação desejado;
- O tamanho dos lotes de fabricação;
- O número de operações integradas a cada célula, com objetivo de facilitar a supervisão, através do sequenciamento e visão adequada do conjunto.

Moreira (2008) aponta quatro diferentes tipos de células de acordo com o número de máquinas e o grau no qual o fluxo entre elas é mecanizado, são eles:

I) Célula com uma só máquina: faz uma ou mais família de peças, mas opera com apenas uma máquina mais seus acessórios e ferramentas;

II) Célula com várias máquinas e movimentação manual: opera com mais de uma máquina, mas o manuseio de materiais é feito pelos operadores de máquinas.

III) Célula com várias máquinas e manuseio semi-integrado: similar ao anterior, porém com movimentação de materiais por sistema mecanizado.

IV) FMS (*Flexible Manufacturing System* – Sistemas de Manufatura Flexíveis): opera com sistema totalmente automatizado, combinando centros de processamento automatizados com um sistema de manuseio de materiais inteiramente integrado.

Slack *et al.* (2009) classificam as células pelo seu porte e sua natureza, os quais podem ser descritos avaliando a quantidade de recursos diretos e indiretos alocados dentro da célula. Recursos diretos são aqueles que transformam o material ou os clientes diretamente. Recursos indiretos existem para apoiar os recursos diretos, mas não atuam como transformadores. Na Figura 8 o autor apresenta no quadrante inferior direito o que Slack (2009) chama de célula pura. O foco de suas atividades é completar toda transformação com todos os recursos necessários para isto os quais já estão incluídos na célula. O quadrante superior direito apresenta a lógica do conceito de célula, incluindo todos os recursos indiretos de apoio e administrativos necessários para que a célula seja “autossuficiente”. O quadrante inferior esquerdo mostra o tipo de célula em que os recursos são alocados juntos, porque são geralmente necessários na mesma parte do processo de transformação. Por fim, o quadrante superior esquerdo apresenta células com recursos diretos suficientes para serem aplicados sobre parte do processo total.

A terceira etapa do processo de implantação citadas por Hassan (2008), determinar a configuração de células no chão da fábrica, ajuda a desenhar e visualizar as distâncias intra e intercelular bem como a forma das células e seus *inputs* e *outputs*. A definição deste desenho deve ser definida conforme as diretrizes abaixo listadas pelo mesmo autor:

- a) Definição da máquina matriz: esta decisão é tomada baseando-se no volume de produção e nos tempos de máquina a fim de determinar coeficientes similares;
- b) As áreas das máquinas: determinar o espaço entre máquinas deve respeitar os limites entre espaço disponível e facilidade de movimentação;

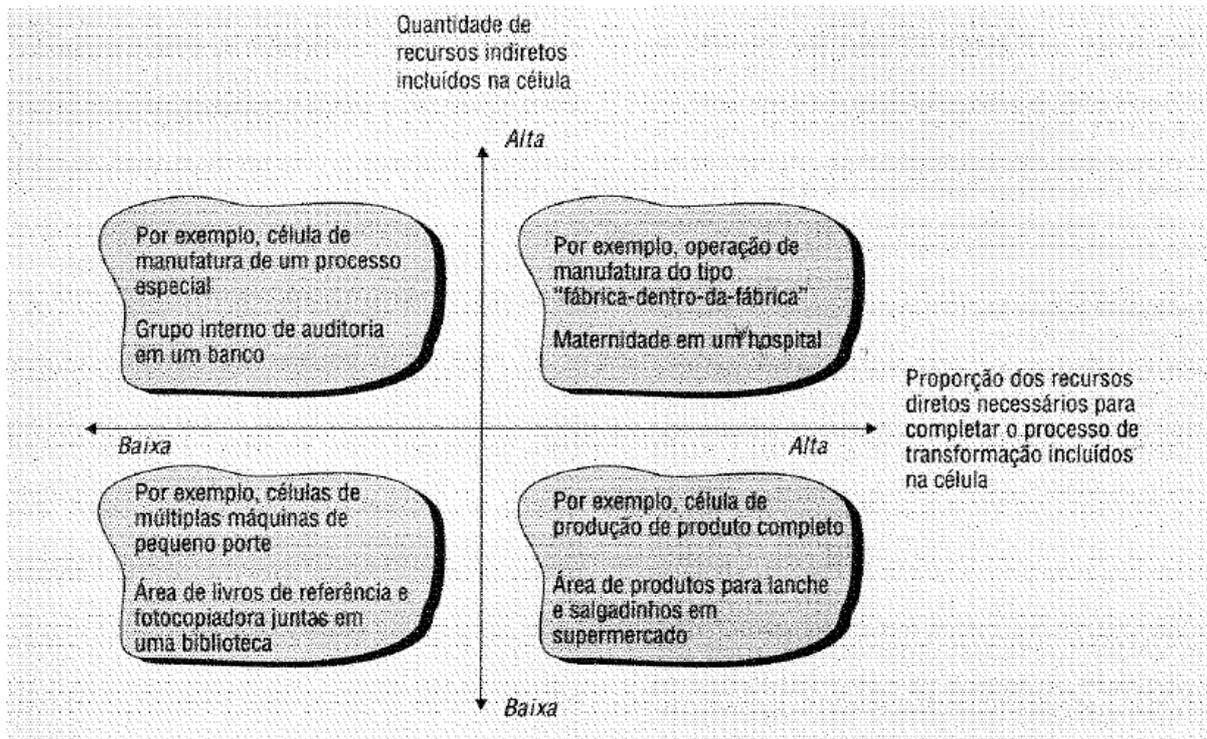


Figura 8: Tipos de célula
 Fonte: SLACK (2009)

2.4 MEDIDAS DE DESEMPENHO

Durante este estudo foram apresentadas diversas decisões tomadas baseadas na avaliação das medidas de desempenho, estas medidas são definidas como o processo de quantificar o resultado das ações tomadas (CORRÊA, 2010). É importante termos bastante claro cada um dos critérios que estão sendo avaliados e de que forma esses cálculos são feitos.

Corrêa (2010) lista as características de uma boa medida de desempenho, conforme segue:

- a) *Ser derivada da estratégia e alinhada com as prioridades competitivas da operação:* especialmente em medidas de comportamento, uma boa medida de desempenho é aquela que reflete os objetivos da organização, induzindo os avaliados a agirem de acordo com as diretrizes e valores da empresa;
- b) *Ser simples de entender e usar:* uma boa medida deve ser clara e de fácil interpretação tanto do seu conceito quando do seu resultado, evitando entendimentos ambíguos ou equivocados;
- c) *Prover feedback rápido e de forma precisa:* esta característica é fundamental especialmente em indicadores críticos que precisam de ações corretivas rápidas quando alcançam determinado nível, por isso também, precisam ser precisas, evitando alardes sem necessidade ou ainda atraso na correção;
- d) *Ser baseadas em quantidades que possam ser influenciadas ou controladas pela pessoa ou organização avaliada:* de nada adiante ter uma medida de desempenho que não se pode controlar, tal como meteorologia. Pois não há ações que possam melhorá-la ou piorá-la, portanto há desperdício de recursos.
- e) *Refletir o processo de negócio envolvido:* uma boa medida de desempenho não pode avaliar a organização isoladamente, é preciso considerar o ambiente, os clientes e os fornecedores para ter uma visão geral e gerar dados mais precisos;
- f) *Ter propósito específico e definido e, sempre que possível, referir-se a metas específicas:* a medida de desempenho deve ter uma justificativa para sua existência, ela deve trazer dados que serão utilizados de alguma forma pela organização e estar relacionado com os objetivos corporativos;

- g) *Ser relevantes*: avaliar quais são os aspectos mais importantes para a organização e priorizar medidas de desempenho que se refiram a estes. Evitando o trabalho de controlar índices que tem pouca influencia no negócio e metas da empresa;
- h) *Pertencer a um ciclo de controle*: as medidas de desempenho devem passar por uma rotina de controle, pois não é justificável a criação de um índice que será atualizado apenas uma vez, é preciso acompanhar as mudanças em um período pré-determinado de acordo com o dinamismo de cada medida;
- i) *Ser claramente definidas*: garantir que qualquer um seja capaz de compreender e interpretar corretamente a medida, evitando tomadas de decisão equivocadas;
- j) *Focalizar em melhoramento*: é preciso avaliar se o índice está melhorando, pois se as medidas estão cada vez com resultados piores significa que as ações corretivas não estão sendo realizadas e o cálculo do índice não tem efeito sobre a organização;
- k) *Basear-se em fórmulas e bases de dados explícitas*: os cálculos das medidas devem ter fontes claras e objetivas;
- l) *Empregar razões mais que valores absolutos*: medidas de desempenho representadas por frações transmitem mais informação do que um número absoluto, pois da idéia de proporcionalidade;
- m) *Ser objetivas e não apenas opinativas*: medidas opinativas são muito subjetivas e difíceis de quantificar;
- n) *Ser mais globais que localizadas*: as medidas devem considerar avaliação do processo como um todo, evitando índices sobre partes específicas de um processo ou da organização que não conversam entre si.

Para Slack *et al.*(2009) as medidas de desempenho são muito úteis para definir em que grau a produção da organização preenche os cinco objetivos globais de desempenho que satisfazem os consumidores. O mesmo autor apresenta estes cinco objetivos na forma de diagrama (Figura 9), e sua relação entre as necessidades e o desempenho da produção, bem como a mudança que ambos sofreram ao longo do tempo.

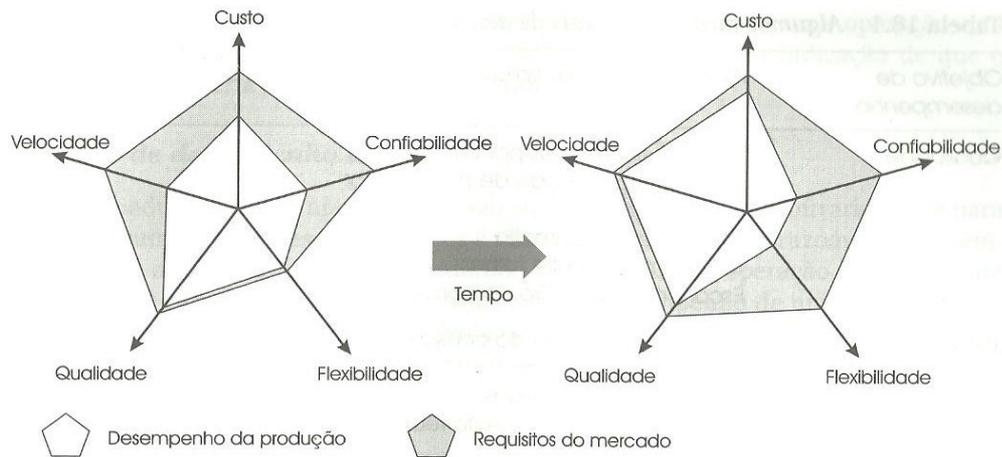


Figura 9: As necessidades e o desempenho da produção
 Fonte: Slack (2009)

Slack *et al.* ainda trazem alguns índices típicos para cada medida de desempenho nos cinco objetivos globais da produção:

2.4.1 Qualidade

Este é o objetivo mais percebido pelos consumidores, suas principais medidas de desempenho definidas por Slack (2009) são:

- Número de defeitos por unidade
- Nível de reclamação do consumidor
- Cálculo de custo de refugo
- Alegações de garantia

2.4.2 Velocidade

Este objetivo se reflete no atendimento de prazos exigidos pelo cliente, suas principais medidas de desempenho definidas por Slack (2009) são:

- *Lead time* do pedido
- Frequência de entregas
- Tempo de atravessamento real *versus* teórico
- Tempo de Ciclo

2.4.3 Confiabilidade

Este objetivo agrega valor ao produto e fideliza consumidores, suas principais medidas de desempenho definidas por Slack (2009) são:

- Taxa de cumprimento de prazos de entrega
- Atraso médio de pedidos
- Proporção de produtos em estoque
- Desvio médio de promessa de chegada
- Aderência a programação

2.4.4 Custo

Este objetivo reflete diretamente no preço do produto, caso a organização compita por preço e caso contrário, reflete diretamente na margem de lucro da organização, suas principais medidas de desempenho definidas por Slack (2009) são:

- Tempo mínimo de entrega / tempo médio de entrega
- Variação contra o orçamento
- Utilização de recursos
- Produtividade da mão de obra
- Valor agregado
- Custo por lote produzido
- Custo por hora de operação

2.4.5 Flexibilidade

Este objetivo é o mais almejado no novo mercado onde se busca produzir uma variedade cada vez maior de produtos para atender a demanda, suas principais medidas de desempenho definidas por Slack (2009) são:

- Tempo necessário para desenvolver produtos/serviços novos
- Faixa de produtos ou serviços
- Tempo de mudança de máquina
- Tamanho do lote
- Tempo para aumentar a taxa de atividade
- Capacidade média/capacidade máxima
- Tempo necessário para mudar programação

Flexibilidade é a habilidade de as redes responderem eficazmente a mudanças. Existem cinco tipos, são elas (CORRÊA, 2010):

- 1) *Flexibilidade de novos produtos*: a capacidade de introduzir eficazmente novos produtos ou alterar produtos existentes na linha de produtos produzida;
- 2) *Flexibilidade de mix de produtos*: a capacidade de alterar produtos em um determinado intervalo de tempo;
- 3) *Flexibilidade de volume*: a capacidade de alterar eficazmente níveis agregados de produção.
- 4) *Flexibilidade de entrega*: a capacidade de alterar datas de entrega prometidas de forma eficaz.
- 5) *Flexibilidade de resiliência*: a capacidade de responder eficazmente a problemas e mudanças não planejadas na disponibilidade de recursos.

2.4.6. Produtividade

Corrêa (2010) define ainda a produtividade como uma medida importante na avaliação de um processo produtivo, através da avaliação da eficiência com a qual insumos são transformados em produtos. Geralmente são representados

por frações, com o produto no numerador e os insumos no denominador, considerando que as outras condições permaneçam constantes. Martin e Laugeni (2005) trazem a definição formal como sendo “o quociente obtido pela divisão do produzido pela divisão do produzido por um dos fatores de produção”, apresentada em 1950 pela Comunidade Económica Européia. Mas ratifica que dependendo de quem esteja definindo podemos ter diferentes definições para a palavra produtividade.

Ambos os autores classificam este conceito em duas classes:

- 6) *Produtividade parcial*: considera apenas um dos insumos em relação ao total de *outputs*, por exemplo, mão de obra.
- 7) *Produtividade total*: considera o total dos insumos utilizados na produção em relação ao *output*.

3 O CASO EPCOS DO BRASIL

Este capítulo se propõe a avaliar o processo de implantação do *layout* celular instalado na manufatura da indústria de componentes eletrônicos EPCOS do Brasil, há vinte anos.

O estudo se dedicará a verificar a maneira utilizada para implantação e suas dificuldades além de também avaliar as vantagens e desvantagens após implantação deste novo modelo.

3.1 A EMPRESA

Este texto foi retirado da intranet da empresa no ano de 2011. Em 1954, a EPCOS do Brasil foi inaugurada em Porto Alegre com o nome ICOTRON, Indústria de Componentes Eletrônicos, por descendentes de imigrantes alemães, na época, fabricando apenas capacitores de papel e styroflex. Em 1957, a ICOTRON foi integralmente adquirida pela Siemens e em 1962 suas instalações fabris foram transferidas para a Cidade de Gravataí. Nesse mesmo ano, iniciou-se a produção de capacitores eletrolíticos de alumínio, e, em 1965, somaram-se os capacitores de filme de poliéster (EPCOS, 2011).

Em 1999, a ICOTRON passou a fazer parte da EPCOS (*Electronic Parts and Components*) e tornou aberto o seu capital no mercado de ações. Apenas em 2002 a denominação social foi alterada para EPCOS do Brasil Ltda.

O Grupo EPCOS, conta com mais de 20 mil funcionários, possui centros de projeto, fabricação e vendas na Europa, Ásia, América do Norte e América do Sul. Em 2009 a EPCOS AG fundiu-se com a divisão de componentes eletrônicos da TDK Corporation, dando origem a uma nova empresa: TDK-EPC Corporation, com sede em Tóquio Japão.

Na Figura 10 está representada a linha de tempo com todas as etapas passadas pela Epcos do Brasil desde sua criação.

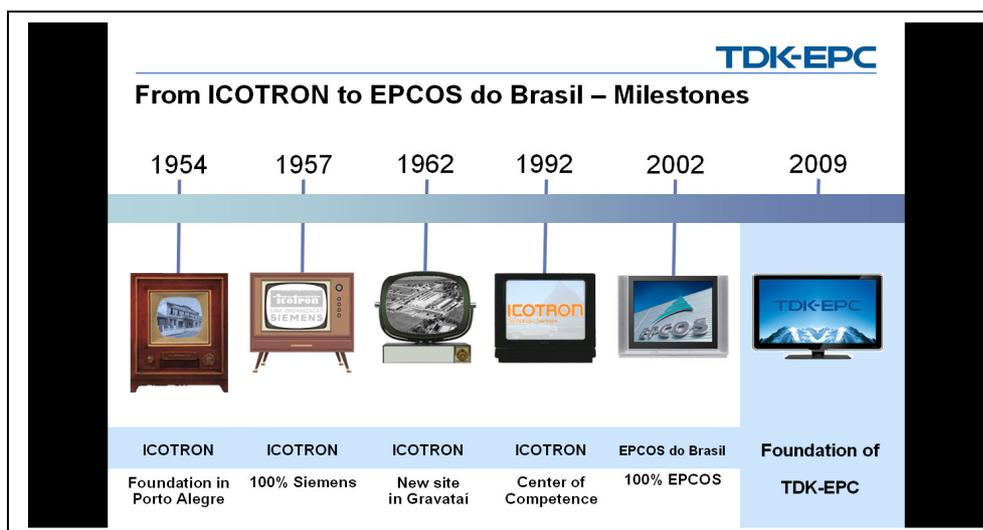


Figura 10: Linha de tempo Epcos do Brasil
 Fonte: EPCOS (2009)

Os itens produzidos pela Epcos do Brasil são encontrados em todos os produtos elétricos e eletrônicos, desde os setores automotivo e industrial até a eletrônica de consumo, passando pelos segmentos de informações e comunicações.

A maior parte dos capacitores produzidos pela Epcos do Brasil é direcionada para o setor automotivo. A Figura 11 traz um gráfico com as porcentagens em faturamento para cada segmento que utiliza seus produtos.

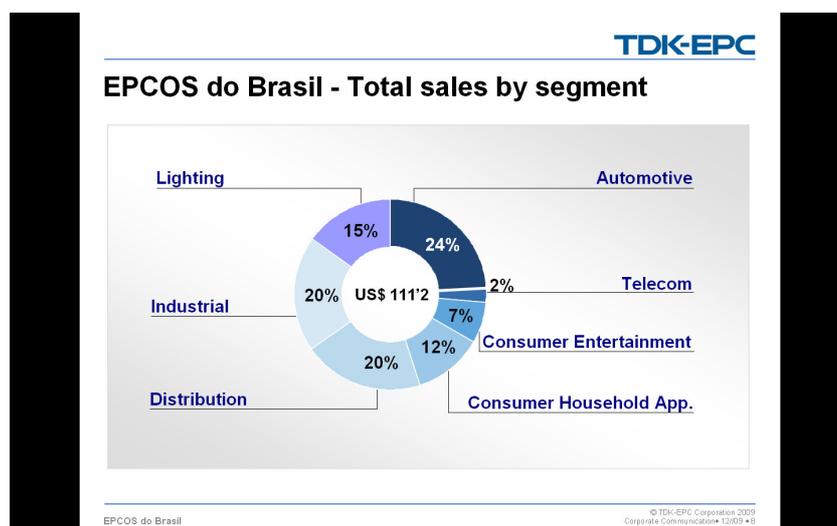


Figura 11: Vendas por Segmento
 Fonte: EPCOS (2009)

A empresa conta atualmente com cerca de 1.500 funcionários, produzindo aproximadamente 1,7 bilhões de componentes por ano, que são fornecidos para quase 250 clientes em todo o mundo.

Praticamente 70% dos componentes produzidos nessa fábrica são destinados à exportação para Europa, Ásia, NAFTA (*North American Free Trade Agreement*), América do Sul e Central. Como reconhecimento por sua intensa atuação no mercado de exportação, a EPCOS do Brasil recebeu pela décima vez em 2010 o Prêmio Exportação, concedido pela Associação de Dirigentes de Vendas e Marketing (ADVB-RS).

A Figura 12 apresenta o faturamento e a porcentagem de exportação para a Europa, Ásia, NAFTA e C&S America.

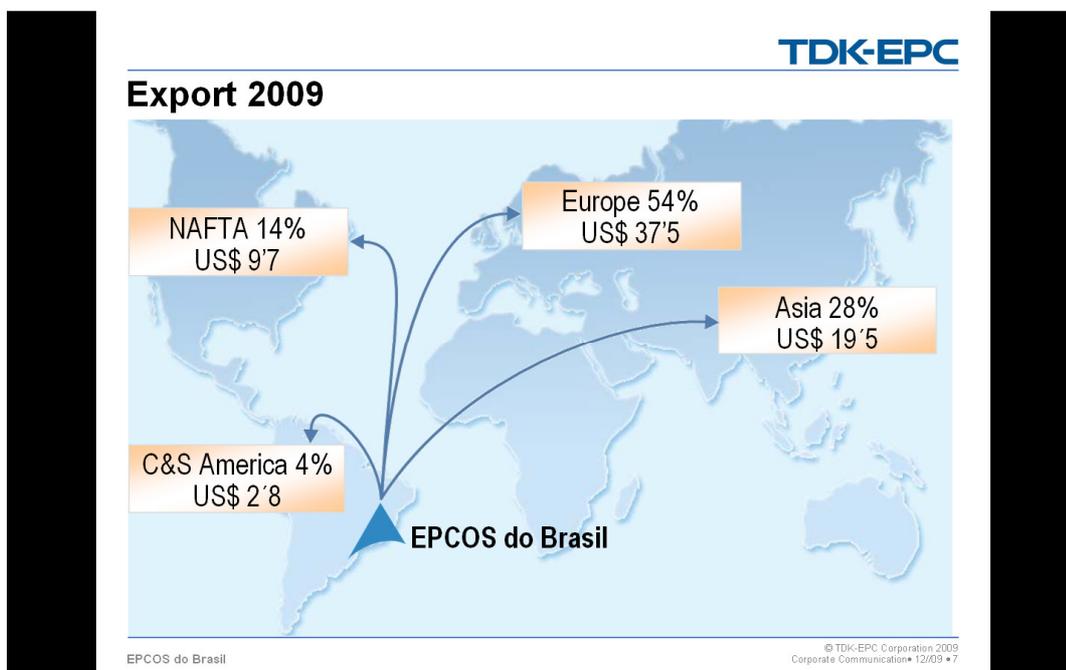


Figura 12: Mapa de Exportação da Epcos do Brasil
Fonte: Epcos (2009)

3.2 JUSTIFICATIVA

Este estudo se justifica pela crescente demanda de itens customizados e pela necessidade de adequação das indústrias para suprir esse mercado. As organizações passam por ciclos constantes de projetos para desenvolvimento de produtos, com o objetivo de trazer cada vez mais segurança e conforto aos seus usuários, além de *design* que despertem o desejo de consumo por itens novos mesmo que os atuais supram bem as necessidades.

Contudo, não estamos habituados a modelos de produção que sejam tão flexíveis e temos dificuldade em enxergar sistemas alternativos que possam melhor alinhar a nova demanda com a estrutura de manufatura a ser utilizada. A bibliografia apresenta alguns *layouts* alternativos, tais como:

- Sistemas de Manufatura Flexíveis (FMS, *Flexible Manufacturing Systems*): é formado por um sistema automático de manejo de materiais e um conjunto de máquinas versáteis capazes de processar ao mesmo tempo volumes médios e pequenos de uma variedade de tipos de partes, controlados por um sistema computacional e por operadores (GOMEZ e LORENA, 1998).
- *Job shop*: O baixo volume de produção e os lotes pequenos, de acordo com os pedidos dos clientes são as principais características deste modelo. (GAITHER e FRAZIER, 2001; DAUZÈRE-PERES e LASSERRE, 1994). Sistemas do tipo *job shop* são geralmente classificados em dois tipos (SULE, 1996): a) quando existe apenas uma máquina por estágio de processamento e esta é capaz de realizar uma determinada operação, denomina-se, simplesmente, por *job shop* e b) quando mais de uma máquina é capaz de realizar a mesma operação denomina-se por *job shop* flexível.
- *Lean production*: Este sistema produtivo denominado de Sistema Toyota de Produção, que posteriormente tornou-se conhecido como *Lean production* (Produção Enxuta), e baseia-se em cinco princípios fundamentais definidos por Satolo *et al.* (2006):

“a definição de (i) valor, a partir da visão do cliente e de suas necessidades, sendo então determinadas às atividades necessárias para ofertar o produto ao cliente com o menor nível de desperdício por meio da definição da (ii) cadeia de valor, busca-se então à fabricação do produto usando de um (iii) fluxo contínuo; que é disparado apenas quando o cliente efetua o pedido. Ou seja, usando de uma (iv) produção puxada. A partir destes quatro princípios e da utilização de melhorias contínuas (*kaizen*) ou melhorias radicais (*kaikaku*) busca-se alcançar o quinto (v) princípio fundamental que é a perfeição do sistema.”

- Célula produtiva (*Manufacturing cell*): É um tipo de *layout* com o objetivo de montar mini-fábricas para diferentes famílias de produtos (SLACK *et al.*, 1997). Greene e Sadowski (1984 apud ARRUDA, 1994) define que “cada célula é projetada para produzir eficientemente tipos comuns, ou forma de peças que tenham máquinas, processos e fixações similares”. Segundo Barbosa (1999 apud SILVA *et al.*, 2003) este modelo produtivo em comparação com os *layout* tradicionais provocam aumento de 10 a 20% na produtividade da mão-de-obra direta.

Este último modelo é considerado uma das melhores opções para produzir lotes pequenos com alta produtividade e flexibilidade para adequar os produtos às necessidades de cada cliente. Entretanto, este modelo é pouco difundido entre os estudantes de administração e administradores que podem perder grandes oportunidades, por não conhecer esta alternativa de arranjo físico.

Além disso, quando uma organização decide alterar seu sistema de produção é preciso considerar que este tipo de adequação não envolve apenas o setor produtivo da organização, mas diversas contingências precisam ser feitas em outros departamentos. O investimento que deve ser avaliado no momento da tomada decisão por alterar o *layout* das fábricas deve contar com treinamento de funcionários, adequação do sistema de programação e controle da produção e logística.

Uma indústria que precisou se adequar a essa nova lei de mercado, devido o crescente surgimento de novos produtos eletroeletrônicos, foi a Epcos do Brasil, que em 1991 foi buscar alternativas tecnológicas no Japão para resolver suas dificuldades para produzir grande variedade em pequenos lotes. A idéia inicial dos engenheiros que viajaram ao país asiático era trazer máquinas e ferramentas que atendessem a nova demanda. Contudo, esses engenheiros foram surpreendidos pelas indústrias japonesas, não pela sua tecnologia de maquinário, mas pelo revolucionário processo produtivo que estava sendo aplicado. A cultura da produção *Just-in-time*, *kanbam* e a célula de manufatura, na época, surgiram para os engenheiros como a solução para as dificuldades que estavam sendo encontradas no chão de fábrica aqui no Brasil. O novo arranjo físico prometia redução de estoques, flexibilidade de produção, polivalencia, além do aumento de qualidade.

Este estudo tem o objetivo de avaliar quais foram os impactos positivos e negativos sentidos pela Epcos do Brasil após a implantação do processo de manufatura celular, as principais dificuldades encontradas no processo e as ações foram tomadas para superá-las.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem o objetivo de avaliar um *layout* de manufatura celular já implementado e verificar sua aplicabilidade na indústria de componentes eletrônicos.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o *layout* de manufatura celular;
- Verificar as vantagens de processo alcançadas após a implementação;
- Verificar desvantagens em comparação com o *layout* anteriormente utilizado;
- Listar dificuldades encontradas durante o processo de implantação bem como as ações tomadas para superá-las;
- Verificar junto às demais áreas, como RH, PCP e logística, quais foram impactos sentidos por eles devido a esta mudança.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho utilizou a pesquisa avaliativa como método de estudo. Para Caro (1982), a pesquisa avaliativa é uma forma de pesquisa aplicada que procura determinar se as mudanças esperadas devido alguma intervenção planejada realmente aconteceram ou, ainda, se as mudanças observadas podem ser atribuídas à intervenção, com razoável grau de certeza.

Dessa forma a pesquisa foi realizada por meio de entrevistas organizada por pautas com gestores e agentes participantes do processo (ANEXO 1). Este tipo de entrevista apresenta certo grau de estruturação, pois se guia por uma relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso. As pautas são estruturadas de forma a serem ordenadas e guardar certa relação entre si. O entrevistador faz poucas perguntas diretas e deixa o entrevistado falar livremente à medida que refere as pautas assinaladas. Tomando cuidado para que quando o entrevistado se afastar das pautas, o entrevistador intervir, embora de maneira suficientemente sutil, para preservar a espontaneidade do processo (GIL, 2008).

As entrevistas foram realizadas durante todo o segundo semestre de 2011, de forma intercalada de acordo com as necessidades da pesquisa, com o objetivo de compreender como surgiu a necessidade de adaptar o antigo *layout* de produção ao modelo de célula de manufatura, além de discutir quais foram as outras possibilidades estudadas e porque este modelo foi escolhido. Aos gerentes de áreas acessórias foram questionados os impactos sentidos por eles, tais como alteração no perfil de seleção de profissionais e mudanças na estrutura de gestão dos estoques. Àqueles que foram agentes participantes da implantação buscamos avaliar as dificuldades encontradas em todo o processo.

Será utilizada também a pesquisa documental que se vale de matérias que ainda não receberam um tratamento analítico, tais como: documentos oficiais, e filmes. Também foram analisados relatórios de empresas e tabelas estatísticas.

Através destes registros pretendeu-se avaliar a mudança em produtividade, suas justificativas e impactos econômicos.

As limitações deste método se devem à dificuldade em encontrar documentos da época que antecedem a implantação do novo modelo de processo produtivo, bem como encontrar pessoas que vivenciaram a mudança e podem relatar com clareza os impactos sentidos.

Este estudo também contou com pesquisa bibliográfica na busca de definições e informações relativas à *layout* de produção, manufatura celular, e tecnologia de grupo em vista de facilitar a compreensão do tema.

Para a análise da implantação do arranjo celular na manufatura da Epcos do Brasil este estudo teve como base os seis passos determinados por Corrêa (2010), descritos na Figura 13:

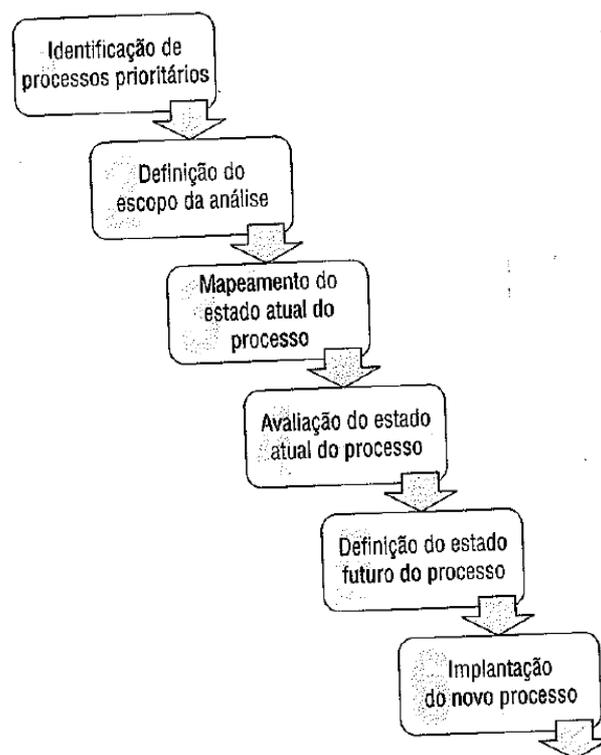


Figura 13: Etapas da análise para melhoria de processos
Fonte: Corrêa (2010)

5 ANÁLISE DE DADOS

Conforme definido nos procedimentos metodológicos, esta pesquisa seguirá os passos determinados por CORRÊA (2010) na avaliação de um processo implantado. Para facilitar a compreensão dos dados que serão apresentados em seguida, doravante denominaremos o processo antigo de produção, utilizado pela empresa Epcos do Brasil, de *produção por processos* e o novo modelo, será denominado de *manufatura celular*.

5.1 PASSO 1 – Identificação dos processos prioritários

De acordo com os idealizadores do projeto de manufatura celular, a necessidade da mudança de processo produtivo surgiu com o aumento da demanda de produção de um número cada vez maior de produtos em lotes cada vez menores. Apesar de o *layout* de *produção por processos* não apresentar problemas de qualidade, produtividade ou alto custo, para a realidade de demanda que até então se apresentava no Brasil. A nova lei de mercado obrigou a Epcos do Brasil a buscar alternativas que melhor se adequassem à nova demanda.

A alternativa estudada pelos engenheiros da época foi buscar no Japão ferramentas que pudessem agilizar o tempo de *setup* de máquina ou ainda máquinas capazes de produzir diversos tipos de capacitores em pouco tempo e em pequenos lotes. Contudo, em vez de maquinário, o que chamou a atenção destes engenheiros foi o modelo alternativo de processo que os asiáticos estavam implantando para se adequar a nova demanda de mercado. Um modelo polivalente e flexível, a tecnologia de grupo. Após conhecer o *layout* de manufatura celular, a Epcos do Brasil apostou na implantação deste modelo como a melhor maneira de alinhar a sua linha de produção com os requisitos de mercado que se impunha. Outras possibilidades de *layout* não foram estudadas por acreditar que o modelo poderia perfeitamente suprir todas as necessidades de produção da época. Importante ressaltar que junto com o novo processo também foram implantadas novas tecnologias em termos de maquinário.

De acordo com documento onde foram pré-estabelecidos os objetivos para o projeto antes da implantação (ANEXO 2), a meta era atingir níveis de competitividade internacional através de programas de racionalização, produtividade e qualidade. Tendo o aumento da flexibilidade e redução de custo com operadores, estoques intermediários e movimentos dentro da produção, papel fundamental na tomada de decisão e escolha deste novo processo.

5.2 PASSO 2 – Definição do escopo da análise de processo

Diversas áreas além do setor produtivo acabam por se envolver direta ou indiretamente no processo que altera o *layout* de produção de uma indústria. O setor financeiro teve participação importante para calcular os custos de implantação e investimento em maquinário para este projeto. Além disso, o setor financeiro é responsável por calcular os custos de produto fabricado antes da implantação e o seu custo após, de forma a auxiliar na apuração dos resultados deste projeto, a EPCOS do Brasil utiliza o índice de CVP para esta avaliação, este mais a frente será descrito e detalhado.

A área de recursos humanos também é atuante neste processo. É possível identificar que o operador de máquina terá de ser multifuncional para exercício da atividade após a implantação. Prevendo isso, no escopo do projeto de célula de manufatura foram definidos pré-requisitos que o funcionário, que operará agora diversas máquinas ao invés de apenas uma, deveria ter (ANEXO 3), entre elas estão: iniciativa, flexibilidade e capacidade de análise e síntese. Isso teve que acontecer pois, até o momento da implantação deste novo *layout*, a Epcos do Brasil não exigia ensino médio completo ou nenhum tipo de especialização de seus funcionários para exercerem a atividade de operadores de máquina. Contudo, este critério precisou ser revisto e o processo de recrutamento adaptado à nova realidade. Além desta adequação, a empresa não pôde fazer um processo de demissão em massa devido alteração no seu processo produtivo, portanto a área de recursos humanos precisou participar junto à implantação do projeto atuando na através de treinamentos intensivos para que operadores que manuseavam apenas

uma ferramenta se tornassem capazes de conhecer o processo produtivo como um todo e controlá-lo desta forma, evitando assim que o empregado fosse demitido. Além disso, a área de gestão de pessoas teve de trabalhar a questão cultural de forma a buscar o apoio de seus funcionários e evitar possíveis boicotes, visto que a redução no quadro funcional seria facilmente percebida e poderia gerar protestos e até mesmo boicotes.

É interessante mencionar que inclusive o fluxograma de cargos foi alterado devido ao novo modelo produtivo, a gerência e supervisão passaram a ser por grupo de células, ou seja, por grupo de produto e não mais grupo de processo (ANEXO 4).

Outro setor que precisou se adequar, mas não foi participante direto da implantação do processo é o setor de logística. Com a eliminação dos estoques intermediários e a redução do tempo de *setup* de programação, foi possível ter maior controle das matérias-primas e a programação e controle da produção tiveram que se adaptar ao novo conceito. Contudo, estas contingências só foram tomadas e sentidas após a conclusão do projeto, no decorrer do mesmo esta área apenas tomou conhecimento e se preparou para futuras alterações.

Conforme descrito, diversas áreas participam do processo e seria muito útil que um comitê fosse formado com todas essas áreas com intuito de debater e tomar as decisões que melhor atendessem todas as áreas. Mas neste projeto não foi o que ocorreu, a engenharia de processos juntamente com os gerentes de produção implantaram o novo *layout* produtivo sem antes discutir diretamente com outras áreas ou sem o acompanhamento das mesmas. O que ocorreu foi que à medida que as áreas foram sentindo as mudanças, elas foram se adaptando. Bem como, quando necessário, os engenheiros e gerentes de produção contatavam as áreas acessórias para que lhes fornecessem os dados requeridos.

5.3 PASSO 3 – Mapeamento do processo

O processo produtivo de um capacitor pode ser observado nas Figuras 14 e 15 que seguem:

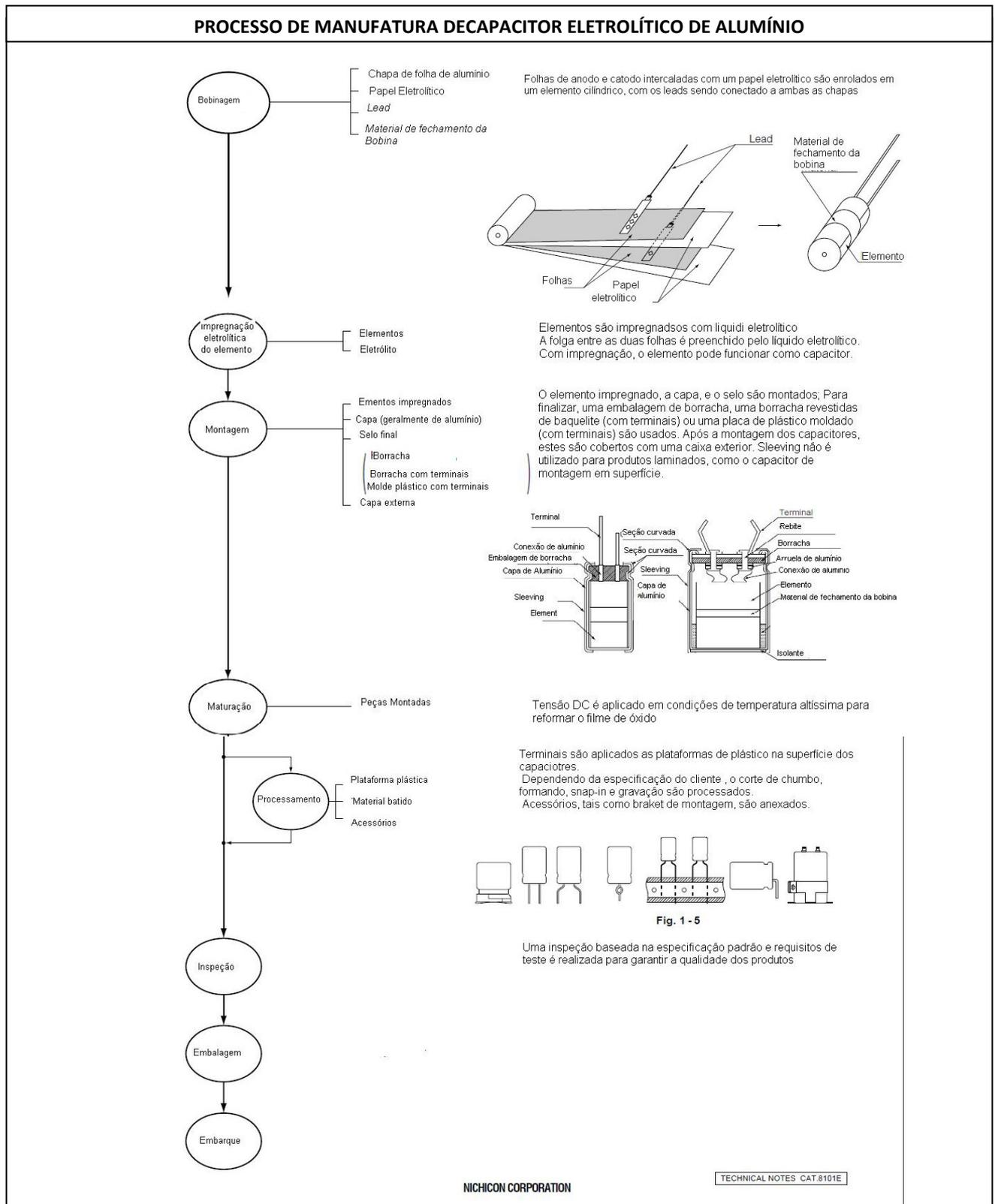


Figura 14: Processo de manufatura de capacitor eletrolítico de Alumínio
Fonte: Nichicon [?]

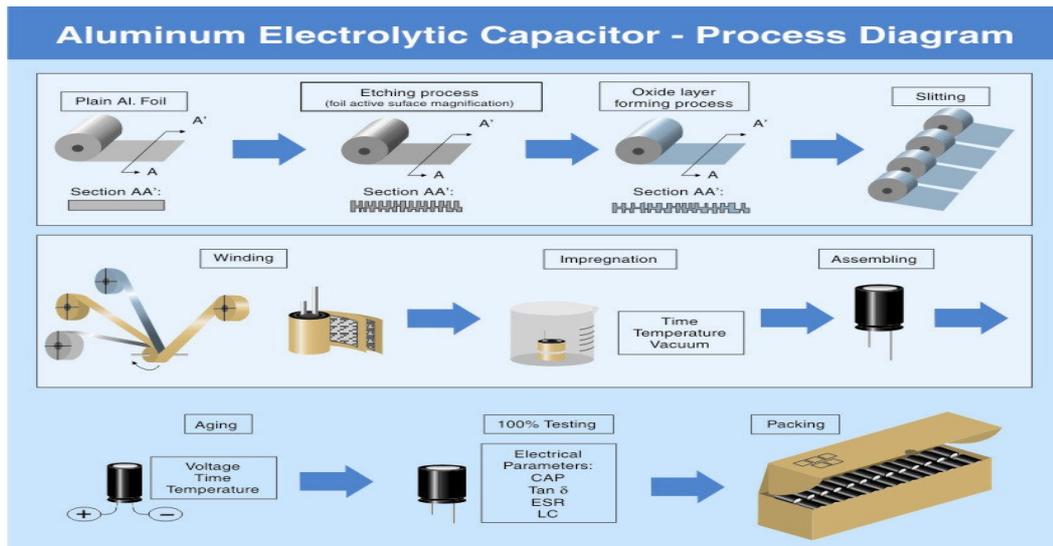


Figura 15: Diagrama de Processo de capacitor
 Fonte: Epcos do Brasil (2011)

5.4 PASSO 4 – Análise do estado atual do processo

Este passo foi adaptado para melhor se adequar ao objetivo deste trabalho e fará a análise baseado no estado antigo do processo. Na Figura 16 está desenhado como era o *layout* de manufatura de capacitores antes da implantação do modelo celular.

Através da análise do desenho do fluxo de processo antes da implantação é fácil perceber o tipo de arranjo por processos, o grande número de operadores e ainda os estoques entre etapas.

Em entrevista com os gestores de produção que lidaram com este modelo produtivo é consenso que os processos não se comunicavam entre si, cada um deles tinha seu próprio supervisor e suas próprias metas. Portanto, se preocupavam apenas com sua etapa de produção, por causa disso muitos estoques de produto em fase eram criados entre os processos. Não era possível enxergar que se a etapa de reoxidação, por exemplo, está acima da sua meta, mas a etapa de teste está no ritmo normal, de nada adianta para a produção como um todo, pois no final a quantidade produzida de produto acabado será determinada pela fase mais lenta e

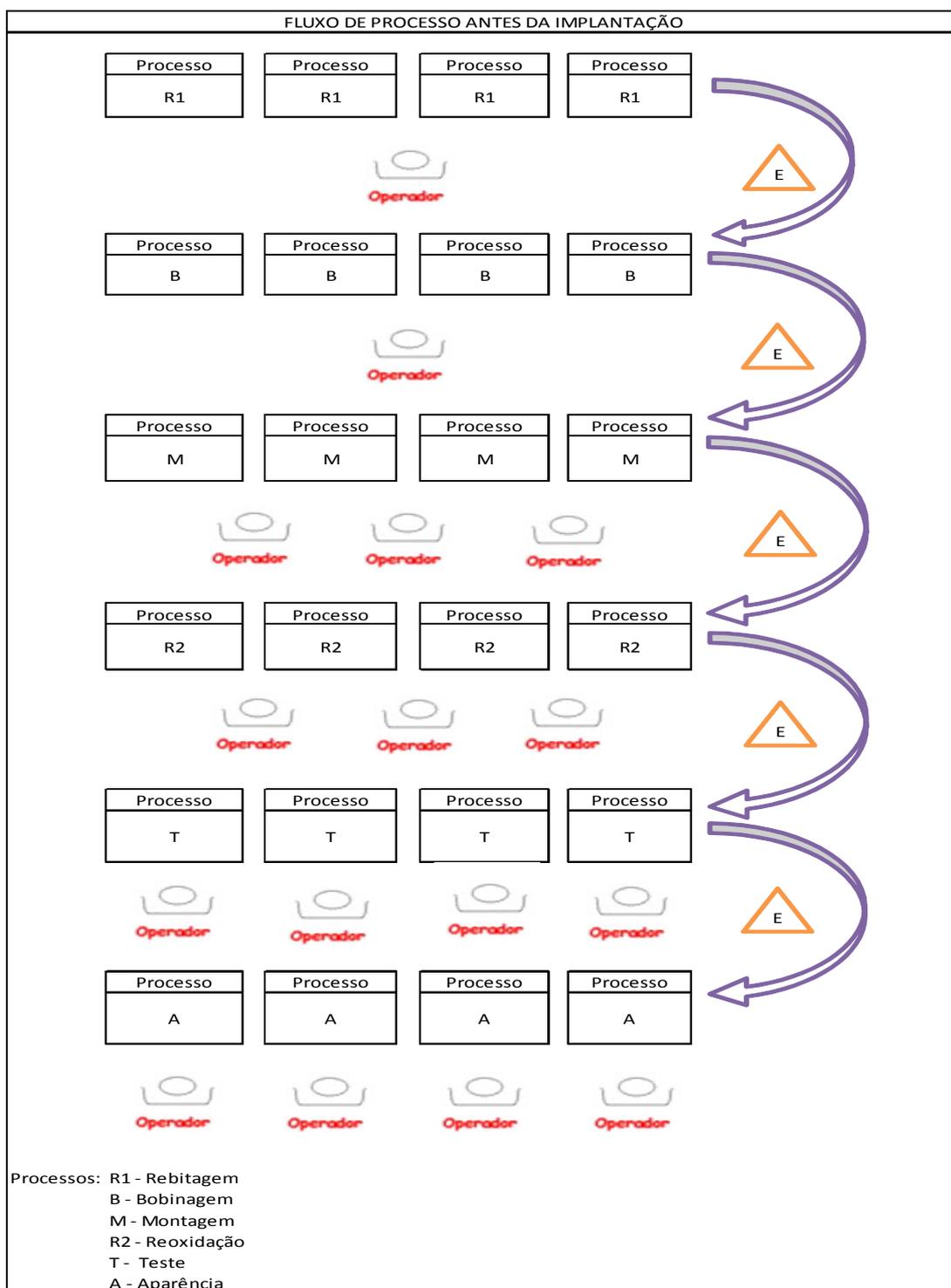


Figura 16: Fluxo de Processo antes da Implantação
 Fonte: Autora (2011)

os estoques intermediários atrapalham no chão de fábrica além de dificultar os controles de estoque.

Para uma avaliação quantitativa dos dados foi definido um índice para cada objetivo de produção classificado por Slack (2009) para avaliar o *layout* de produção por processos.

- Qualidade: será utilizado o CCR (cálculo de custo de refugo) como índice de acompanhamento de quebras.

Este índice é calculado em percentual. Cada peça que é refugada durante o processo produtivo tem o seu custo de produção até a etapa de eliminação apurado, ou seja, um item que foi refogado na etapa de bobinagem tem custo de refugo menor do que um item que foi eliminado na etapa de testes. Após o somatório do custo de refugo, este valor é dividido pelo custo total da produção do lote, conforme cálculo abaixo:

$$\frac{\text{Custo de refugo (variável de acordo com a etapa de eliminação)}}{\text{Custo Total da Produção do Lote}} = \text{CCR (\%)}$$

Tomando como base o Anexo 5 neste trabalho em que podemos encontrar dados de acompanhamento de quebras no ano de 1991, pôde-se definir que a média de quebra no período foi de 3,63%.

A dificuldade de comunicação entre as etapas de produção tem impacto também no quesito de qualidade, pois quando o defeito da peça só era percebido na fase de teste, esta informação demorava a chegar até a fonte do problema e por vezes, este processo pode já ter produzido todo o lote do produto que a etapa de teste ainda está testando.

- Custo: este índice é altamente influenciado pelo fator hora/homem no processo produtivo e pelo *lead time* de produção de um lote.

A Epcos do Brasil utiliza como padrão de cálculo lote de dez mil peças. Considerando este valor, a quantidade de pessoas envolvidas no processo produtivo era 16, conforme ilustrado na Figura 16, “Fluxo de Processo antes da implantação”; este número, após a conclusão do projeto, passou a ser 3. Com isso, o custo hora / homem, calculado através da divisão entre o salário com encargos sociais do operador e as horas trabalhadas, sejam elas produtivas ou

não. Sendo assim, o custo hora / homem antes da implantação era 5,3 vezes maior que o utilizado após.

Com este dado é possível simular o custo de produção de um item. Faz-se isso considerando os custos atuais de produção e multiplicando os minutos, (*production time cost*) por 5,3. Esta simulação foi realizada pela contabilidade da Epcos do Brasil e o PI (preço interno) calculado segue na figura 17:

Values (BRL /10.000)	Simulação		
	Mdo antiga		
	Total	Fixo	Variável
Raw-material	736,46		736,46
General cost for Materials	27,70	18,42	9,28
Minutes (production time cost)	516,27		3.262,89 516,27
General cost for Manufacturing	1.019,72	92,91	926,81
Administrative costs & freight	228,67	65,22	163,45
R & D	9,77	9,77	
Marketing /comissions	49,66	49,66	
General costs	5,26	5,26	
TOTAL COSTS	2.593,51	241,24	2.352,27
	PI	C. Fixos	CVP

Figura 17: Simulação de custo de um capacitor com mão de obra do layout por processos
Fonte: Epcos do Brasil (2011)

- Produtividade: o índice de produtividade utilizado será a produção de peças por pessoa por dia, visto que uma grande quantidade de pessoas são eliminadas no processo produtivo e a mão de obra é o insumo o qual tem grande influencia na produtividade final de um produto, em termos de custo.

De acordo com documentos criados no tempo do modelo produtivo por processos, a média era de 715 peças por pessoa por dia.

O cálculo desta média é feito da seguinte maneira:

$$\frac{\text{Volume total produzido (dia 1)}}{\text{n de pessoas na linha (dia 1)}} + \frac{\text{Volume total produzido (dia 2)}}{\text{n de pessoas na linha (dia 2)}} + \dots + \frac{\text{Volume total produzido (dia n)}}{\text{n de pessoas na linha (dia n)}}$$

n

- **Flexibilidade:** este objetivo de produção, o mais importante no sistema de célula de manufatura, será avaliado pelo tempo necessário para mudar programação. Segundo mecânicos do período de *produção por processos*, em 1991, este tempo era de aproximadamente 5,5 horas. Isso ocorria, pois a troca era feita por processo, primeiro era feita a mudança para a etapa inicial, depois de completamente alterada este *setup*, era feito um *buffer*, um teste com as peças produzidas para avaliar se as máquinas estavam trabalhando adequadamente. E só depois disso eram feitos os processos seguintes seguindo a mesma lógica. A produção do tipo de capacitor da ordem de produção só começava após a alteração de programação em todos os processos.

Sendo a flexibilidade o item mais significativo para este estudo, utilizaremos um segundo indicador, o tamanho do lote. De acordo com gerentes de produção, no *layout* de *produção por processos*, para dar início à produção de um determinado tipo de capacitor era necessário um lote mínimo de 50kpcs.

- **Velocidade:** este parâmetro será estudado considerando o *lead time* do pedido, o tempo entre a entrada do pedido na fábrica e a entrega para a expedição.

De acordo com gerentes de produção da época da *produção por processos*, o tempo aproximado entre entrada do pedido e entrega para o cliente era de seis semanas.

A demora se deve mais uma vez à falta de comunicação entre as etapas. Como cada processo trabalhava em lotes, cada etapa precisava esperar a anterior finalizar seu lote para iniciar o trabalho.

- **Confiabilidade:** não foram identificados dados para utilizar como índice deste parâmetro.

Além dos parâmetros listados, algumas características são relevantes no sistema de *produção por processos*. Entre eles está o fato de os lotes precisarem ser grandes, por causa do longo período para fazer *setup* de máquina. Por isso, a programação da produção se preocupava em juntar um grande número de pedidos o que dificultava a confirmação de entrega para clientes.

O *setup* era demorado, pois era feito processo a processo, além disso o *lead time* de produção é longo devido à falta de interligação nas etapas e a produção era feita por lotes em que cada processo buscava maior produtividade individualmente.

Também é importante citar a gestão de estoques, com o modelo de *produção por processos*, criavam muito estoque de material em fase, que ficava disposto no chão de fábrica, diminuindo espaço para circulação e também dificultava a visão geral de estoques, pois uma vez que havia material em processo, este não constava no inventário de matéria-prima nem como produto pronto. Dessa forma, é gerada a falsa informação de necessidade de mais compras de materiais quando na verdade não seria necessário. Outra consequência deste estoque intermediário é a possível depreciação do material no produto semiacabado que pode gerar capacitores defeituosos no produto final.

Ainda sobre os estoques, o fato de haver muito produto semipronto entre as etapas, pode facilmente gerar mistura de diversos tipos de capacitores durante o processo. Por exemplo, itens bobinados de um capacitor 10x15, podem se misturar com capacitores já reoxidados do mesmo diâmetro ou não, criando retrabalho com segregação dos materiais, direcionando cada um para sua etapa.

5.5 PASSO 5 – Definição do estado futuro do processo

Assim como o passo 4 foi adequado para o modelo de processo antigo, este passo será avaliado considerando o estado atual do processo.

O processo de formação das células e famílias na Epcos do Brasil foi feito através de matrizes: a primeira considerando todos os produtos produzidos com suas dimensões, a segunda considerando todos os processos com os tempos de máquina, e a terceira matriz considerando o fator hora/homem de cada produto.

A partir destas matrizes, foram determinados alguns semigrupos os quais foram alvos de um longo estudo de tempo que contabilizava todos os tempos necessários para a produção, tais como o de carregamento dos materiais até as máquinas, o de movimentação entre as etapas, o de alimentação da máquina e o de regulação da mesma (ANEXO 6). Após a avaliação extensiva deste estudo, a definição das células foi concluída através de diversas experiências e tentativas, com erros e acertos, buscando balancear o melhor grupo de produto em cada família de máquinas.

Para se determinar a melhor distribuição dos grupos de capacitores e máquinas, inúmeras alterações foram feitas. O gerente de produção que participou do processo ressalta que nesta etapa é importante não esquecer que a acomodação de equipamentos é um fator que deve ser constantemente revisado, mesmo após a implantação do processo de manufatura celular. Pois sempre é possível melhorar para buscar maior produtividade. Inclusive na Epcos, desde o término desta implementação até hoje, o modelo foi revisado e alterado algumas vezes (ANEXO 7).

Após estas definições, o novo *layout de manufatura celular* ficou definido de acordo com a Figura 18:

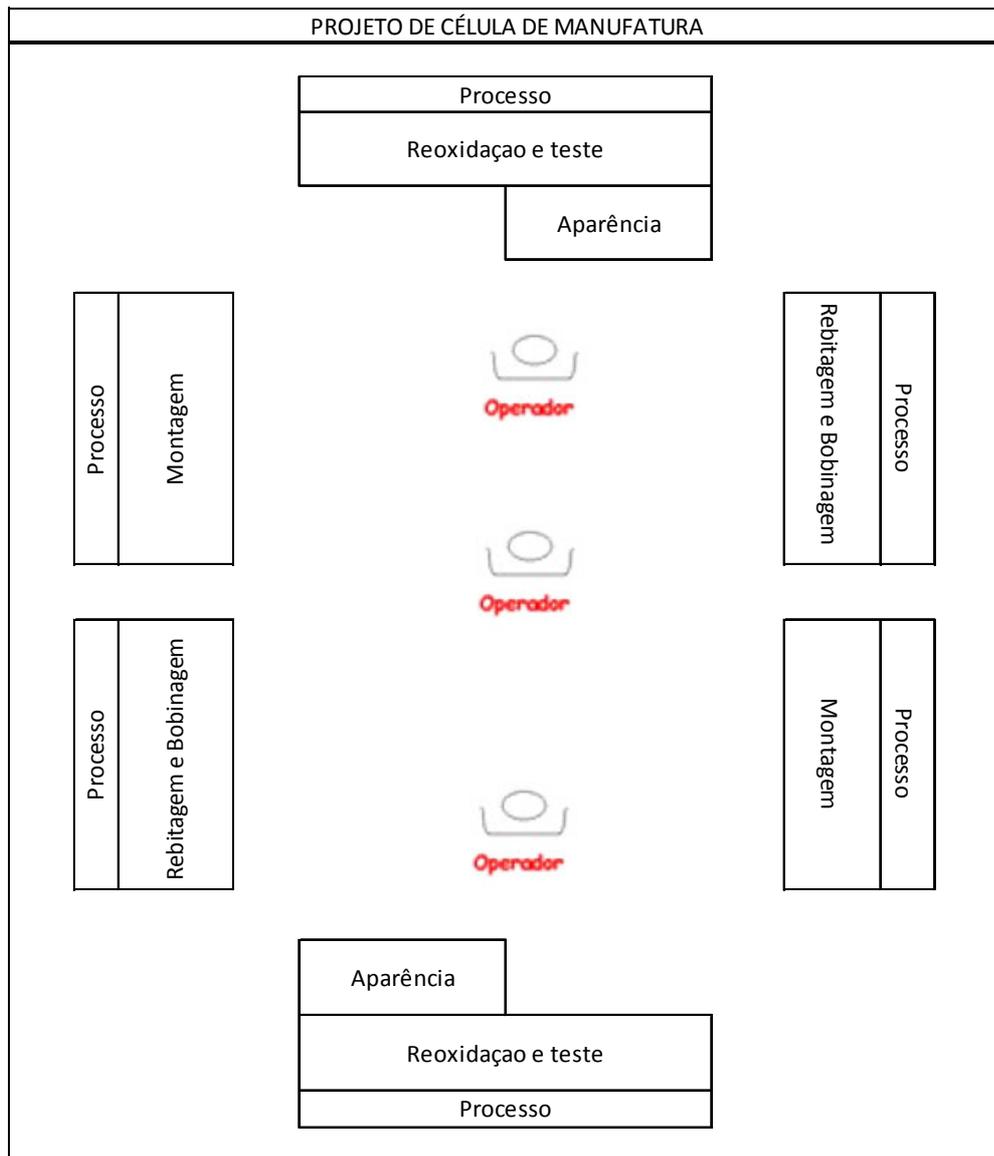


Figura 18: Projeto de célula para Epcos do Brasil
 Fonte: Autora (2011)

5.6 PASSO 6 – Implantação do novo processo

Para a implantação do projeto desenhado pelos engenheiros, investimento em máquinas e treinamentos seriam requeridos, considerando esta situação, a Epcos do Brasil já trouxe junto com a implementação da *manufatura celular*, ferramentas mais modernas e que inclusive eram capazes de fazer dois processos com apenas uma máquina, como aconteceu com o processo de rebitagem e bobinagem, e reoxidação e teste. Portanto, é preciso considerar que os valores

apresentados a seguir tiveram, além da mudança no *layout*, impacto de melhorias tecnológicas e ferramentais para produção.

Finalizada a implantação do novo modelo de *layout* na fábrica, é possível verificar os novos índices e compará-los com aqueles medidos ou percebidos no período anterior à implementação. De acordo com gestores que acompanharam todo o processo e vivenciaram as modificações impostas pelo novo modelo é possível afirmar que após a conclusão do projeto, os seus efeitos foram sentidos dentro de um ano. Isso porque os treinamentos e reestrutura de pessoal foram realizados em paralelo com a implantação.

- **Qualidade:** a evolução em termos de qualidade nos itens produzidos após a implantação do novo modelo de manufatura se deve ao fato do operador multifuncional ser capaz de perceber que um item por algum defeito na fase anterior, será refugado na seguinte. Dessa forma, ele já elimina a peça uma fase antes, minimizando o custo de refugo daquele item. Além disso, ele pode regular a máquina durante o processo, evitando que todo o lote saia com defeito e seja refugado no teste final. Atualmente este número é de, aproximadamente, 1% (ANEXO 8).

CCR: 3,63% → 1%

Certamente esta queda tão brusca não se deve apenas à mudança de *layout*, mas também a novas tecnologias de processo. Contudo, a multifuncionalidade do operador é fundamental, pois mesmo com a mais alta tecnologia, sem o operador ser capaz de visualizar defeitos futuros, ainda muito material capacitor seria inteiramente processado e reprovado no teste final, gerando custo de refugo do capacitor todo, enquanto o descarte poderia ter sido do capacitor semipronto, se o operador identificar o problema durante o processo. Além disso, o operador pode parar e corrigir o problema, evitando a produção com falha de todo o lote.

Um exemplo disso é que há pouco tempo foi discutido como evitar o desperdício de material em um rolo de folha de alumínio. O procedimento hoje funciona da seguinte maneira: quando o rolo chega a um determinado

diâmetro, a máquina para automaticamente com o objetivo de não faltar material durante a produção do próximo lote, depois disso o operador avalia quanto material ainda tem no rolo e determina se é possível ou não produzir mais um lote. Assim, elimina o refugo de um material que a máquina descartaria.

- **Custo:** após a simulação do custo de produção do capacitor com o valor hora / homem da época da produção por processos e comparar com o valor atual de custo, conforme descrito na Figura 19, é fácil perceber o impacto que teve a redução de mão de obra no custo final do capacitor. Mais do isso, é possível verificar que com o valor de mercado dos atuais concorrentes seria impossível manter o negócio ativo se os custos não tivessem sido trabalhados nos anos 90, já que o custo seria, praticamente, o dobro do que é hoje.

Values (BRL /10.000)	Base			Simulação			Variações			
	Produto X			Mdo antiga			Total			
	Total	Fixo	Variável	Total	Fixo	Variável	Total			
Raw-material	736,46		736,46	736,46		736,46	0,00			
General cost for Materials	27,70	18,42	9,28	27,70	18,42	9,28	0,00			
Minutes (production time cost)			615,64			3.262,89	2.647,25			
	97,41		97,41	516,27		516,27	418,86			
General cost for Manufacturing	267,78	92,91	174,87	1.019,72	92,91	926,81	751,94			
Administrative costs & freight	141,24	65,22	76,02	228,67	65,22	163,45	87,43			
R & D	9,77	9,77		9,77	9,77		0,00			
Marketing /comissions	49,66	49,66		49,66	49,66		0,00			
General costs	5,26	5,26		5,26	5,26		0,00			
TOTAL COSTS	1.335,28	241,24	1.094,04	2.593,51	241,24	2.352,27		94,2%	0,0%	115,0%
	PI	C. Fixos	CVP	PI	C. Fixos	CVP		PI	C. Fixos	CVP

Figura 19: Comparativo de custo para produção de capacitor
Fonte: Epcos do Brasil (2011)

- **Produtividade:** logo após a implantação do novo modelo produtivo, uma avaliação do aumento da produtividade por pessoa foi realizado e observou-se um crescimento exponencial. Saindo de 600 peças por pessoa por dia para 1890 peças por pessoa por dia. A Figura 20 apresenta o gráfico montado em 1992 e mostra claramente este impacto do projeto.

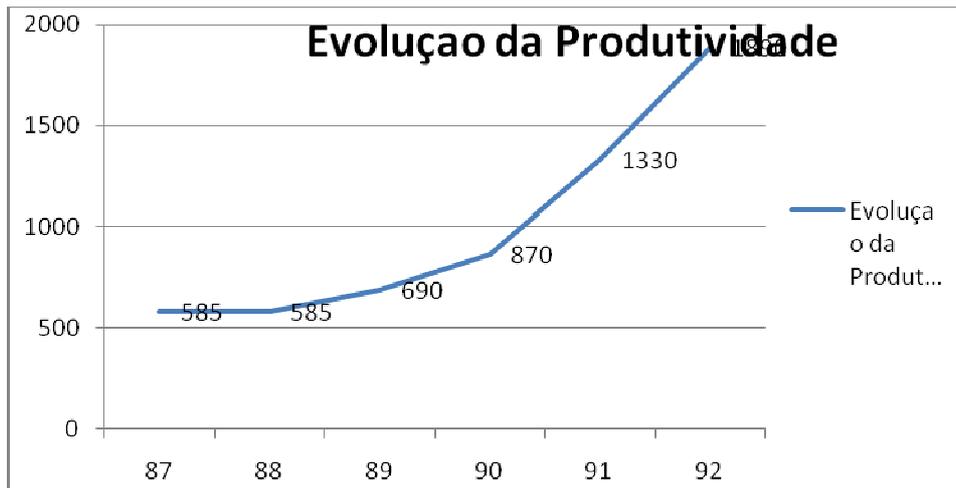


Figura 20: Gráfico de aumento de produtividade
Fonte: Epcos do Brasil (2011)

- **Flexibilidade:** com a nova disposição das máquinas e investimento em tecnologia de produção, o tempo de mudança de programação na *manufatura celular* para um determinado tipo de capacitor é de 50 minutos (EPCOS, 2011). Ou seja, uma redução de 6,6 vezes o tempo calculado no período de *produção por processos*. Esse efeito ocorre devido o teste para alterar o tipo produzido não ser mais etapa a etapa, mas sim de uma única vez. Apenas um mecânico junto ao operador é capaz de acompanhar todo o processo e testar de uma única vez se a alteração de programação esta de acordo com o especificado na ordem de produção, além de identificar onde está ocorrendo o problema e ir diretamente nele para terminar o *setup*. Mais do que flexibilidade, esta alteração também tem impacto no custo de refugo.

Tempo médio de mudança de programação: 5,5h → 50min

O segundo índice que utilizamos para avaliação da flexibilidade é a quantidade do lote mínimo. Enquanto no *layout de produção por processos* o mínimo que a área produtiva aceitava de pedidos era 50 mil peças, hoje este número mudou para 10 mil peças, isso devido à facilidade em fazer alteração de programação. Esta flexibilidade torna possível a colocação de pedidos em pequenas quantidades sem demorar para confirmar a data de entrega para o cliente, além proporcionar maior variedade de produtos na linha.

Lote mínimo de produção: 50 kpcs → 10 kpcs

- Velocidade: o tempo médio entre a entrada do pedido na fábrica e a saída do mesmo após a implantação passou para 4 semanas (EPCOS, 2011), esta redução ocorreu devido a todos os processos estarem interligados e focados em produzir o lote solicitado de capacitores e não de bobinas, por exemplo. A redução de movimento de materiais durante o processo também torna a produção mais rápida. Além disso, o lote diminuiu, ou seja, não é preciso esperar juntar um pedido grande para começar a produção. Devido à flexibilidade alcançada, a fábrica é capaz de atender pedido a pedido de cada cliente, de acordo com a urgência.

Tempo médio de produção: 6 semanas → 4 semanas

6 OBSERVAÇÕES DE EXECUÇÃO

6.1 Dificuldades

Durante entrevistas com idealizadores dos projetos identificamos que a maior dificuldade para implantação deste novo *layout* foi a resistência à mudança enfrentada junto aos funcionários, desde gestores a supervisores e operadores. Para superar este obstáculo, foram realizados diversos treinamentos em paralelo com o projeto e também após a sua conclusão. Estes treinamentos objetivavam mostrar ao funcionário que esta alteração traria benefícios para empresa e, conseqüentemente, para eles, e também prepará-los para o novo modelo de gestão. Além dos treinamentos foram necessárias conversas um a um e demonstrações de que o projeto estava alcançando seus objetivos. Com a intenção de demitir o menor número de pessoas possível, diversas realocações feitas. Os supervisores precisaram se adaptar a novas características de operadores e mais do que supervisionar, agora era preciso gerir pessoas: os novos operadores são polivalentes, questionadores e querem aprender. Para muitos supervisores estas alterações não foram bem absorvidas e eles não conseguiram se reposicionar como gestores. Para estes casos, foram necessárias renovações no quadro funcional.

Outra dificuldade enfrentada durante o processo foi a mudança na infraestrutura da fábrica, pois o novo modelo de produção exigia mobilidade de compressores de ar e energia. Ao invés de pontos fixos destas instalações, foram criadas fontes destes suprimentos em cabos flexíveis os quais podem ser facilmente manuseados pelo próprio operador quando há necessidade de alterar posição de máquina. Por ser uma dificuldade temporária, os gestores optaram por dar andamento a esta mudança na infraestrutura sem muitas contingências.

Uma terceira dificuldade citada pelos gestores foi a ruptura de mercado, mesmo o *layout* de *manufatura celular* tendo sido implantado por causa do mercado, muitos clientes antigos tiveram dificuldade em se adaptar, pois estavam acostumados com os altos estoques de produtos prontos e após a implantação do novo modelo de produção, a Epcos do Brasil passou a trabalhar com o sistema *just-*

in-time em que o cliente primeiro coloca o pedido para depois este ser produzido na fábrica.

6.2 Melhorias imensuráveis

Como melhorias imensuráveis, os gerentes de produção citam o aumento na motivação dos funcionários, visto que antes estes realizavam apenas tarefas repetitivas e monótonas e hoje são participantes do processo todo e se sentem importantes para a organização, sendo responsáveis pela produção da sua célula e com autonomia para questionar e inclusive tomar decisões sobre o seu próprio trabalho.

Para os gestores, ter funcionários polivalentes e próativos auxilia na coordenação da produção, pois estes funcionários são capazes de propor melhorias e identificar problemas no processo produtivo.

Além disso, o fato de os processos passarem a se comunicar fez com que as áreas passassem a interagir entre si, criando um clima organizacional melhor de se trabalhar e muito mais integrado, após esta mudança a cultura de toda a organização mudou, visualizando que as áreas não podem trabalhar isoladamente. Uma com a ajuda da outra são capazes de se tornar muito mais produtiva e o ganho de um setor é ganho para a empresa toda.

6.3 Falhas

O idealizador do projeto quando questionado sobre as decepções na implantação da *manufatura celular* precisou de um tempo para responder, mas chegou à conclusão que os engenheiros tinham desejo de implantar junto com a *manufatura celular* o sistema de *Kanban*, mas não conseguiram. Ele nos conta que tentaram trabalhar desta forma, mas acredita que devido a cultura de compras brasileira ser diferente da japonesa não foi possível concluir a implantação.

A logística não pode garantir a entrega de materiais no modelo *kanban* pois muitas matérias primas são importadas, portanto o tempo entre o pedido e a entrega do material dura meses e ainda depende de disponibilidade de transporte e

liberação por parte da Receita Federal. Portanto, a Epcos do Brasil não vislumbrou ações a seu alcance que pudessem facilitar a implantação do *kanban* em sua fábrica e os engenheiros desistiram da idéia.

Já sobre as falhas do *layout*, propriamente dito, uma foi rapidamente apontada. Enquanto na *produção por processos* se uma máquina de bobinagem parasse, tínhamos outras três que podiam continuar a produção do tipo de capacitor em questão, na *manufatura celular*, se uma máquina para, o processo todo é interrompido até que se conserte a ferramenta. Entretanto, sabe-se, pela teoria, que esta característica é positiva porque expõe falhas no processo e exige correção imediata do problema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de um *layout* de manufatura celular implantado descrevendo seu processo, suas dificuldades e suas melhorias foi o objetivo deste trabalho. Após o levantamento dos dados comparativos entre o modelo produtivo utilizado anteriormente e o atual, podemos chegar a algumas conclusões.

A decisão de mudança no arranjo físico da fábrica foi assertiva, pois a melhora em todos os índices de produção após a conclusão do projeto foi significativa. A partir deste ponto, a indústria conseguiu se adaptar à nova demanda de mercado, atingindo um grau competitivo de flexibilidade e, com isso, pôde oferecer uma variedade maior de produtos aos seus clientes, em quantidades menores. Tudo isso sem aumentar o custo final do produto; ao contrário, foi possível reduzir o custo interno de produção através da redução de estoques e de pessoas envolvidas no processo.

Certamente é preciso considerar o alto investimento feito em máquinas, treinamentos e renovação, porém o valor foi absorvido pela mudança de forma que dentro de um ano o projeto já era considerado de sucesso. Pois, além de vender mais, a Epcos do Brasil conseguiu vender produtos melhores, o operador polivalente auxiliou para que a qualidade do capacitor fornecido por esta organização fosse melhor e também tem ajudado a evitar qualquer desperdício na linha, o que conseqüentemente geraria custos.

Através deste estudo foi possível constatar também que a questão de relacionamento em equipe dentro da célula e o grau de envolvimento e participação dos trabalhadores no processo, como visto na teoria, se reflete na prática na forma de motivação e proatividade dos operadores. Mais do que isso, se reflete nas áreas administrativas, que não se veem mais isoladamente, mas como membros de uma mesma organização que precisam trabalhar juntos para o melhor de todos.

A maior limitação desta pesquisa foi o fato de avaliarmos um processo ocorrido há muitos anos. Por isso, houve dificuldades em localizar documentos que pudessem representar a realidade do modelo de *produção por processos* sem muitas distorções quando comparado aos dados atuais. A questão de grande parte

das informações serem buscadas através de entrevistas com gestores e outros funcionários participantes do processo também gerou dificuldades para o estudo, isso porque foi preciso contar com a disponibilidade das pessoas para responder aos questionamentos e inclusive pesquisar históricos de dados para apresentar, muitas vezes durante seu horário de trabalho.

Para estudos futuros sobre a implantação da *manufatura celular* é sugerido que a pesquisa seja realizada em empresas onde o novo modelo ainda não tenha sido implementado ou tenha sido há pouco tempo. A partir disso, predeterminar índices os quais seriam utilizados na avaliação considerando que estes sejam atemporais, por exemplo, porcentagens e razões. Para aprofundamento do tema, um estudo mais detalhado sobre a formação prática de grupos e famílias de células bem como a disposição das máquinas é de grande interesse para todos que estudam o processo de *manufatura celular*.

Enfim, a inovação no processo de produção da empresa Epcos do Brasil trouxe muitos benefícios para a organização, tanto em termos financeiros, quanto em qualidade no ambiente de trabalho.

8 REFERÊNCIAS

ARRUDA, P. E. S. Levantamento do estágio atual de implantação de tecnologia de grupo e células de manufatura no estado de São Paulo. 1994. Tese de Doutorado – USP.

BLACK, J.T. O projeto da fábrica com futuro. Porto Alegre: Bookman, 1998.

BLOS, E. Um comparativo de implantação de células de manufatura na produção da indústria calçadista – O caso da Calçados Beira Rio. Porto Alegre. 2003. Tese de Mestrado em Administração, UFRGS.

CARO, F. G. Pesquisa avaliativa: uma visão panorâmica. In: GOLDEBERG, M. A. A.; SOUZA, C. P. (Org.) Avaliações de programas educacionais: Vicissitudes, controvérsias, desafios. São Paulo: EPU, 1982, p.10-14.

CORRÊA, H. L. Gestão de redes de suprimentos: Integrando Cadeias de Suprimentos no Mundo Globalizado. São Paulo: Atlas, 2010.

DALMAS, V. Avaliação de um *layout* celular implementado: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Autopeças. 2004. Tese de Mestrado em Engenharia, UFRGS.

DAUZÈRE-PERES, S.; LASSERRE, J.B. *An integrated approach in production planning and scheduling*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1994.

EPCOS, do Brasil. Apresenta informações da empresa. Disponível em: <http://intranet.gc.epcos.com/portal/>. Acesso em: 04 de out. 2011.

EPCOS, do Brasil. Material institucional. Gravataí. 2009.

FRUTOS, J. D., Um modelo para configuração de produtos oferecidos em um ambiente de customização em massa. 2006. Programa de Pós Graduação em Administração, UFRGS.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMÉZ, A. T.; LORENA L. A. N. Modelagem de Sistemas de Manufatura Flexíveis Considerando Restrições Temporais e a Capacidade do Magazine. *Revista Gestão e Produção* v.5, n. 1, p 69-80, abr 1998.

HASSAN, M.D.M. *Layout design in group technology manufacturing*. *Int. J. Production Economics* 38 (1995) 173 – 188.

LORINI, F. J. *Tecnologia de grupo e organização da manufatura*. Florianópolis: UFSC, 1993.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. *Administração da produção*. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, D.A. *Administração da produção e operações*. 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Cenage Learning, 2008.

NICHICON, Corporation. *Technical Notes CAT. 8101E*, [?]

PINE II, B. J. *Personalizando produtos e serviços - Customização maciça* / B. Joseph Pine II; tradução Edna Emi Onoe Veiga; revisão técnica Heitor M. Quintella – São Paulo: Makron Books, 1994.

SATOLO, E.G.; CALARGE, F.C.; SALLES, J.A.A.; MAESTRELLI, N.C.; PAPA, M.C.O.; ABACKERLI, A.J. Uma análise sobre questões atuais do Sistema *Lean Production*: um estudo exploratório de um site internacional de discussões. In: *Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva*, 14, São Paulo, 2006.

SILVA, A. L. ; SILVA, C.S.; BUOSI, T. Melhorando o layout físico através da aplicação do conceito de célula de produção e redução da movimentação: Um estudo de caso. In: *X SIMPEP, 2003*. X SIMPEP, 2003.

SILVEIRA, G. J. C. *Uma metodologia de implementação da manufatura celular*. 1994. Tese de Mestrado em Engenharia, UFRGS.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARISSON, A; JHONSTON, R. *Administração da produção*. Trad. Henrique Corrêa, Irineu Gianesi. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R; BETTS, A. Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SLACK, N.; JHONSTON, R.; CHAMBERS, S. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SULE, D. R. Industrial scheduling. PWS Publishing Company. 20 Park Plaza-Boston, MA 02116, 1996.

ANEXO 1 - Quadro Teórico: Roteiro de entrevista.

<p>Passo 1 - Identificação de Processos Prioritários</p>	<p>Definição dos processos que trazem maior vantagem competitiva e pontos que podem ser melhorados no processo.</p>	<p>1) Como surgiu a necessidade de mudança no processo produtivo? Havia problemas com <i>layout</i> anterior? Quais?</p> <p>2) Quais foram os outros modelos de layout estudados?</p> <p>3) Quais foram os critérios avaliados para a tomada de decisão de mudança de <i>layout</i>?</p> <p>4) Qual foi o critério considerado mais importante na avaliação? Por quê? (velocidade, custo, qualidade)</p> <p>5) Quais eram os ganhos esperados?</p>
<p>Passo 2 - Definição do Escopo da Análise de Processos</p>	<p>Análise completa do processo, avaliando a visão sistêmica (entrada - processo de transformação - saída) abrindo etapa a etapa, afim de definir áreas que precisarão passar por melhoria</p>	<p>6) Quais áreas, além da produção, foram envolvidas neste projeto? De que forma cada uma colaborou?</p> <p>7) Foi necessário consultoria externa para a implantação?</p> <p>8) Houve necessidade de adequação do sistema operacional (ERP) da empresa?</p> <p>9) Foi montada uma equipe de análise com participantes de todas áreas envolvidas para acompanhamento do processo (antes / durante / depois)?</p>

<p>Passo 3 - Mapeamento do Processo: conhecendo o estado atual do processo</p>	<p>Documento explícito com os passos pelos quais os fluxos transformados passam entre os estágios de entrada e saída.</p>	<p>10) Como é o fluxo de produção de um capacitor?</p>
<p>Passo 4 - Análise do Estado Atual do Processo</p>	<p>Identificação de desperdícios e possibilidades de melhoria.</p>	<p>11) Quais eram os índices dos cinco os objetivos da produção definidos por SLACK?</p> <p>12) Como foi feita a medida de desempenho destes critérios?</p> <p>13) Quais foram os pontos identificados no fluxo atual como passíveis de melhoria? (desperdício de espera/ desperdício de transporte/desperdício de processamento/...)</p> <p>14) Alguma etapa do fluxo foi considerada desnecessária?</p>
<p>Passo 5 - Definição do estado futuro do processo</p>	<p>Redesenho do processo com alterações que minimizam desperdícios.</p>	<p>15) Qual foi o processo para definição da família de células?</p> <p>16) Qual foi a maior dificuldade sentida para a implementação deste layout?</p> <p>17) Quais foram as ações tomadas para superar as dificuldades?</p>

<p>Passo 6 - Implantação do novo processo</p>	<p>Análise dos resultados e implantação do novo desenho implantado</p>	<p>18) Quanto tempo foi necessário para perceber os primeiros resultados desta alteração?</p> <p>19) Quais foram os aspectos produtivos melhorados? Como foram medidos estes desempenhos?</p> <p>20) Existem melhorias imensuráveis sentidas?</p> <p>21) O que era esperado foi alcançado?</p> <p>22)Quais foram as decepções?</p> <p>23)Quais ações são tomadas se a meta do projeto não é atingida?</p>
---	--	---

ANEXO 2 – OBJETIVO DETERMINADO NO INÍCIO DO PROJETO

OBJETIVO

Com o objetivo de atingir níveis de competitividade internacional à Fab 1 tem desenvolvido ao longo do tempo, vários programas de racionalização / Produtividade / Qualidade, cujo ritmo de implantação tem se acentuado nos últimos 02 anos.

Chegamos, no entanto, num estágio que consideramos vital organizarmos nossas ações a partir do que já foi feito e dos novos potenciais avaliados.

Neste sentido, elaboramos o Projeto Produtividade Fab 1 - 91/92, que procura apresentar a evolução e as novas metas de Produtividade, como os recursos e necessidades envolvidas, direcionando para uma etapa final à concluir-se em SET/92.

ANEXO 3 – OPERADORA MULTIFUNCIONAL

Descrição de Atividades:

OPERADORA MULTI-FUNCIONAL

- Conferir material / abastecer máquina com matéria-prima;
- Controlar Qualidade conforme IMO (reduzir itens de controle)/CEP;
- Impregnar em dispositivo portátil;
- Programar equipamentos com processadores;
- Fazer amostragens para liberação estatística de lotes (ou TPA);
- Intervir (*) nas paradas de máquinas;
- Conservar local de trabalho/instrumentos limpos e organizados;
- Realizar eventuais reparos (peças);
- Embalar peças aprovadas (ou TPA);
- Auxiliar o Técnico em ajustes de comprimentos de material em Preparação / Bobinagem quando da troca de lotes / programas;
- Buscar o aprimoramento contínuo da performance do processo (ênfase fluxo de produção).

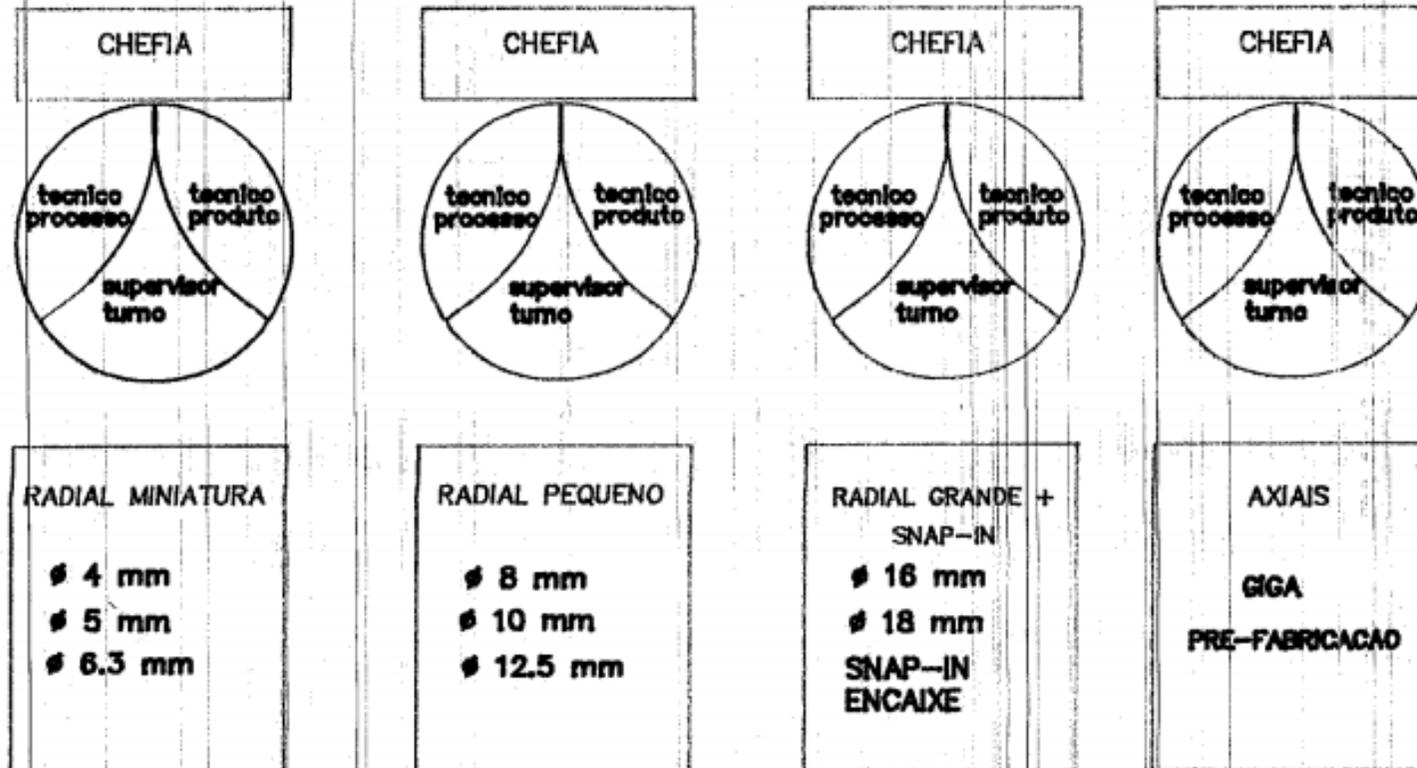
(*) Retirar material que esteja determinando parada de máquina (terminal trancado, folha arrebitada, etc.).

CARGO: OPERADORA MULTIFUNCIONAL (OMF)

REQUISITO:	OMF 1 (B)	OMF 2 (M)	OMF 3 (A)
I) INSTRUÇÃO:			
- Conhecimentos Equivalentes à (Avaliação com provas)	5ª Série 1º Grau	1º Grau Completo	2º Grau 2º Ano
II) CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS:			
- IMQ Básica (Posição de Trabalho)	Obrig.	Obrig.	Obrig.
- IMQ Avançada (Conhecimento do Produto)	Desej.?	Desej.?	Obrig.
- TDP (Específica p/ cada Equip./Módulo)	Obrig.	Obrig.	Obrig.
- CEP Nível I	Obrig.	Obrig.	Obrig.
- Instruções de Segurança	Obrig.	Obrig.	Obrig.
Obs.: Avaliação com provas			
III) EXPERIÊNCIA NA FUNÇÃO (Mínima)	01 Ano	02 Anos ou { 01 OMF I (+) 01 OMF II	03 Anos ou { 01 OMF I (+) 01 OMF II (+) 01 OMF III ou { 02 OMF I (+) 01 OMF III ou { 02 OMF II (+) 01 OMF III
IV) CARACTERÍSTICAS PESSOAIS:			
- Iniciativa	Média	Alta	Alta
- Flexibilidade/Versatilidade	Média	Alta	Alta
- Ritmo "Absoluto" de trabalho	Médio	Alto	Alto
- Percepção (Análise e síntese)	Média	Alta	Alta
- Organização do trabalho	Alta	Alta	Alta
- Habilidade mecânica	Média	Média	Média
- Resistência à sobrecargas (Física/Mental)	Média	Alta	Altíssima
- Capacidade de aprendizagem	Média	Média	Alta

ANEXO 4 – Nova estrutura de fábrica após implantação da célula de manufatura.

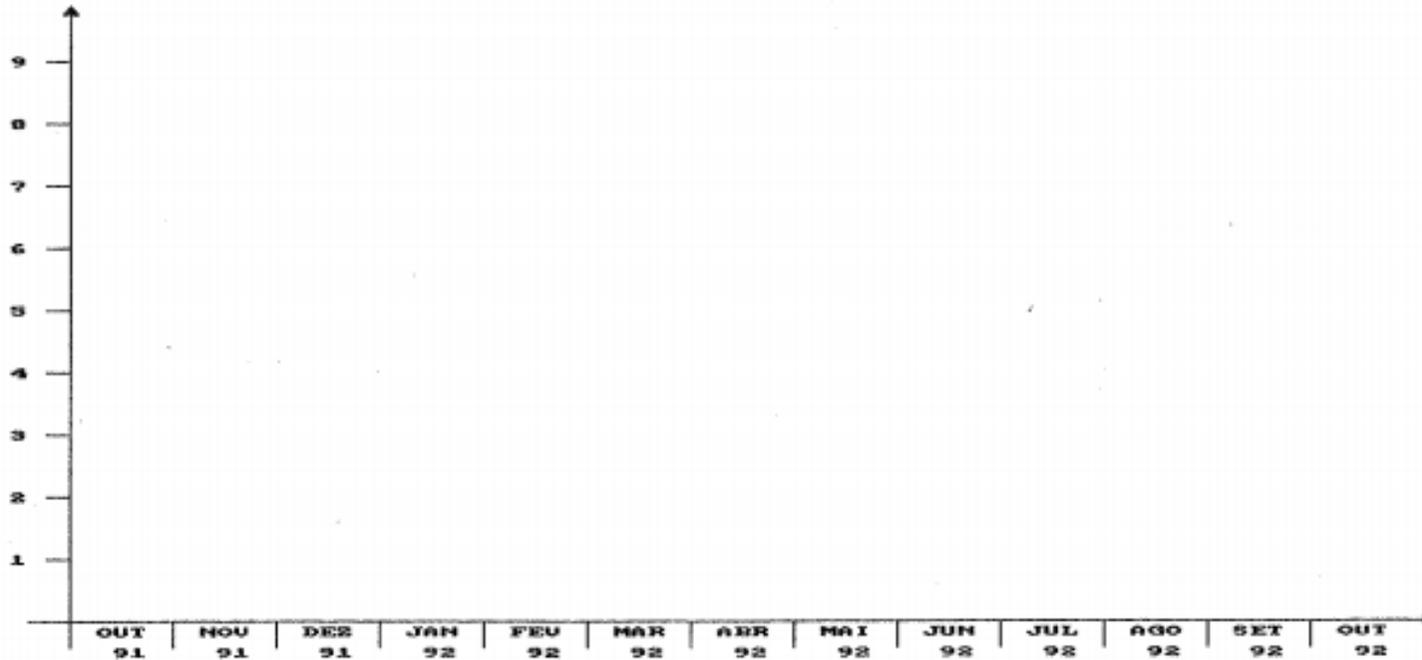
ESTRUTURA DE FABRICA



ANEXO 5 – ACOMPANHAMENTO DE QUEBRAS DE PRODUÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

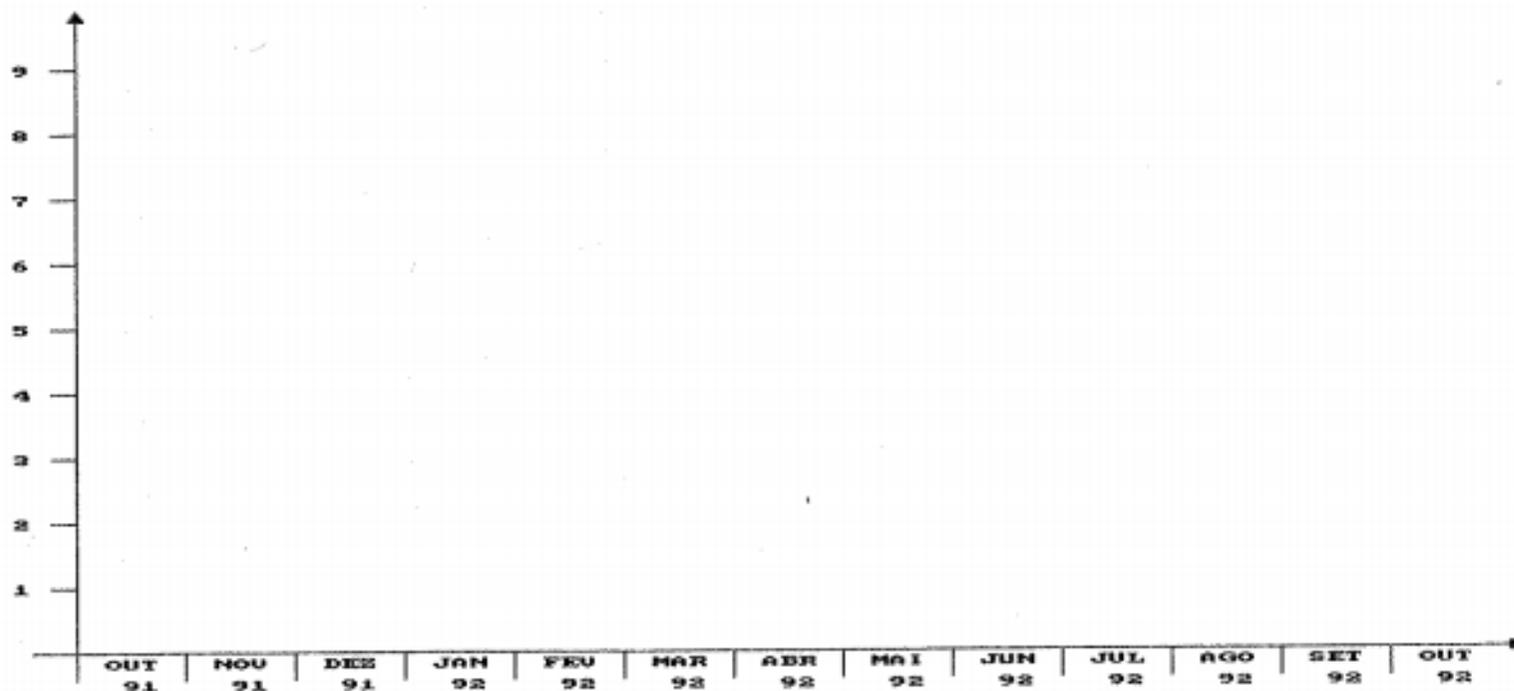
ACOMPANHAMENTO DE QUEBRAS

M E S E S	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
	91	91	91	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
QUEBRAS	489673,34	444280,83	220206,72	204020,30	181239,89	112497,33	96649,09	111909,49	86054,48	120654,74	270261,17		
PRODUZIDO	15503283,75	6514786,88	574119,50	64125036,1	5481337,50	4068070,57	2802344,12	2360474,45	27065907,9	4700653,00	6946021,63		
× C C R	3,1584	6,8195	3,8353	3,1816	3,3065	2,7654	3,4481	4,2409	3,1794	2,5635	3,8741		
Q U E B R A S	489673	933953	1154159	1358179	1539418	1651915	1748564	1860473	1946527	2067181	2.337442		
C U P P R O D.	15503283	22018069	27799183	34171686	39653023	43721093	46524007	48384481	51591071	56297724	63273749		
× C C R	3,15	4,24	4,15	3,97	3,88	3,77	3,75	3,80	3,77	3,67	3,69		



ACOMPANHAMENTO DE QUEBRAS

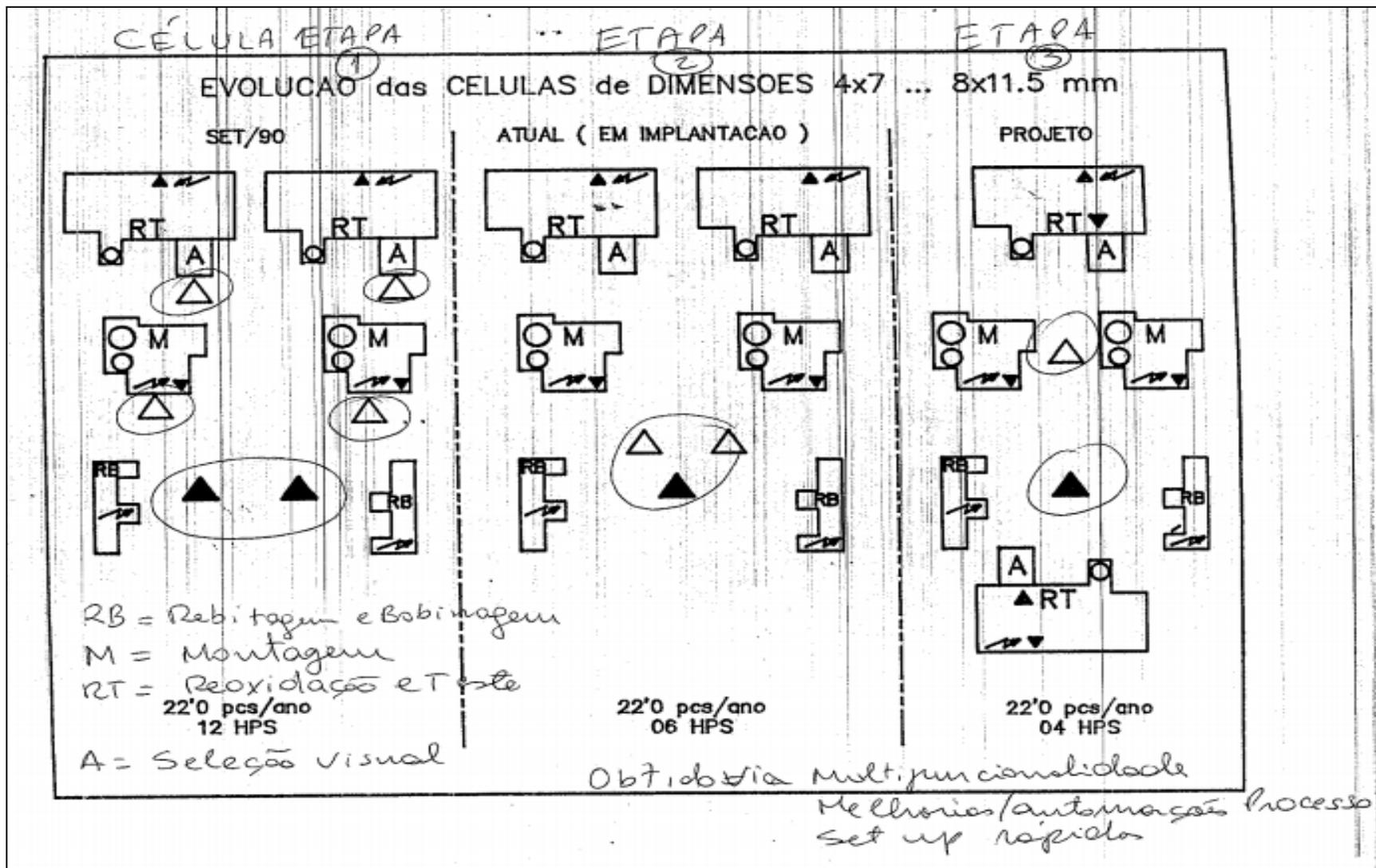
MESES	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
	91	91	91	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
QUEBRAS	413807,61	268510,54	502071,67	326044,29	372988,32	379438,40	219155,43	184430,16	153767,11	183948,91	461222,01		
PRODUZIDO	10302465,38	8404064,97	16357125,61	8984795,18	10147863,62	896796,57	600012,58	5135548,28	6014638,83	5295232,19	1957319,36		
× C C R	4,0166	3,1960	3,0695	3,6288	3,6255	4,2310	3,6525	3,5912	2,5565	3,4257	3,6632		
QUEBRAS	413807,61	682335,04	1184466	1510510	1883498	2.262936	2482091	2666521	2820288	3004236	3465453		
CUP PROD.	10302465	18706529	35063704	44043499	54196362	63164328	69164440	74299998	80314644	85607876	98181069		
× C C R	4,01	3,64	3,37	3,42	3,47	3,58	3,58	3,58	3,51	3,50	3,52		



ANEXO 6 – ESTUDO MANUAL DE TEMPOS

ICOTRON		ESTUDO DE TEMPO																						
Nº	ELEMENTOS	TEMPO OBSERVADO EM 1/100 min.																		SCMA nºobs.	MÉDIA	EI.	FREQ	Tempo normal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
1	Alimentar máq. c/ Pes	240	230	260	230	220	240	220	210	250	250	240	240							2838 12	236,5	1,2	1/108	2,627
2	Ajustar máq. c/ forma cheia c/ alimentação	20	20	25	18	20	15	22	18	20	25	20								223 11	202,7	1,0	1/108	0,187
3	Trocar ex. receptora (peças bo- as / defeituosas)	150	110	130	120															510 4	127,5	1,0	1/324	0,393
4	Regular aparelho de teste c/ outro tipo	580																		580 1	580,00	1,0	1/1000	0,580
5	Buscar Pes na requisição	210																		210 1	210,00	1,0	1/1944	0,108
6	Preencher Protocolo	90																		90 1	90,00	1,0	1/1000	0,009
7	Preencher ficha de produção	110																		110 1	110,00	1,0	1/1000	0,027
Nº		de	até	Tempo	Causa da interrupção	OBSERVAÇÕES:													CONCESSÕES:					
																			Est. físico 3%					
																			ATENÇÃO 3%					
																			MANUTENÇÃO 4%					
																			Posição 2%					
																			Nec. Pessoais 5%					
																			17%					
																			Tempo básico mdo		3,931			
																			Acrésc. tempo perd. 17 %		0,618			
																			Soma mdo		4,599			
																			Tempo		1000			
																			Tempo					
Observação de		h até		h		Operação TESTAR CAPACITORES EM KLEMT (PASSO A PASSO)													Posição Nº 15100		NT			
em		04/03/92		pelo P. Ferceira		Setor RADIAL GRANDE													Máquina KLEMT Nº 02		Denominação			
Estudo de tempo nº		0273/1		Operador Nº		Turno		Material Ø 18													Desenho			

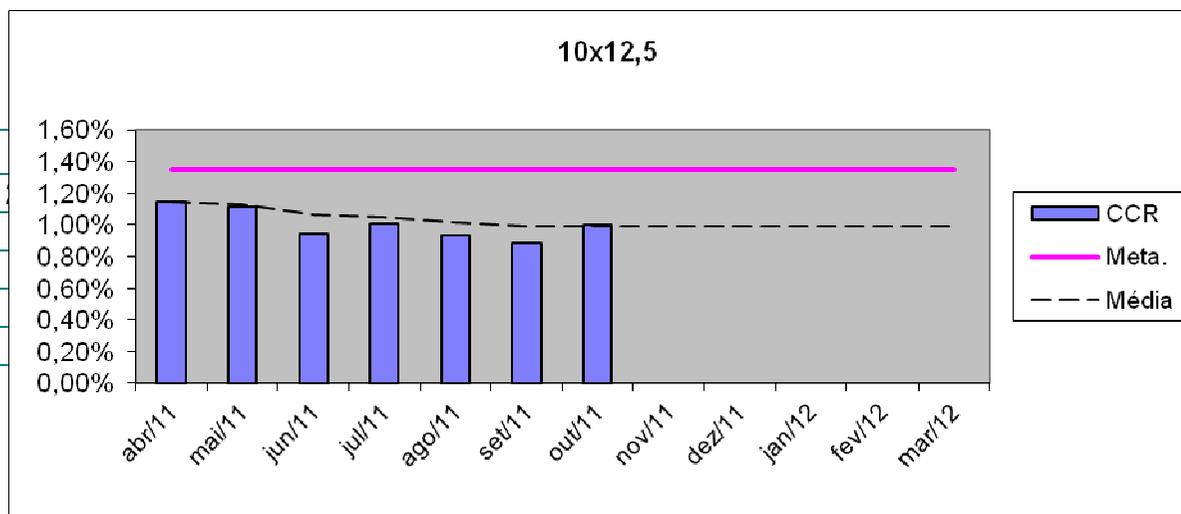
ANEXO 7 – ETAPAS DE FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO DAS CÉLULAS E FAMÍLIAS DE MÁQUINAS



ANEXO 8 – ACOMPANHAMENTO DE QUEBRA NA PRODUÇÃO 2011

Mês	abr/11
**CVP	150547,00
**Quebras	1725,83
CCR	1,15%
Média	1,15%
Meta.	1,35%

** - Valores em Reais



11	jan/12	fev/12	mar/12
	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	0,99%	0,99%	0,99%
	1,35%	1,35%	1,35%

