

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

ELAINE GOMES DE MENEZES

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: redução de perdas
segundo os sete desperdícios do Sistema Toyota de
Produção**

**Aracaju – SE
2013.2**

ELAINE GOMES DE MENEZES

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: redução de perdas
segundo os sete desperdícios do Sistema Toyota de
Produção**

**Monografia apresentada à coordenação
do Curso de Engenharia de Produção,
como requisito parcial para a obtenção
do grau de bacharel.**

**Orientador: Prof. Msc. André M. P.
Gabillaud**

**Coordenador do curso: Prof. Msc.
Alcides Anastácio de Araújo**

**Aracaju – SE
2013.2**

FICHA CATALOGRÁFICA

M541m

MENEZES, Elaine Gomes de

Mapeamento do Fluxo de Valor: redução de perdas segundo os sete desperdícios do sistema Toyota de produção / Elaine Gomes de Menezes. Aracaju, 2013.74 f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. Departamento de Engenharia de Produção, 2013.

Orientador: Prof. Me. André Maciel Passos Gabillaud

1. Mapeamento do Fluxo de Valor 2. Sistema Toyota de Produção
3. Produção I. TÍTULO.

CDU 658.511: 658.8.035.3 (813.7)

ELAINE GOMES DE MENEZES

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: redução de perdas
segundo os sete desperdícios do Sistema Toyota de
Produção**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2013.2.

Aprovado com média: _____

**Prof. Msc. André Maciel Passos Gabillaud
1º Examinador (Orientador)**

**Prof. MSc. Mário Celso Neves de Andrade
2º Examinador**

**Prof. Esp. Kleber Andrade Souza
3º Examinador**

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Professor André Maciel Passos Gabillaud, por mostrar-se sempre solícito e prontamente disponível a ajudar. Pela confiança debitada e pela paciência durante todas as etapas de construção deste trabalho. Serei sempre grata ao apoio, incentivo e conhecimentos transmitidos. Indubitavelmente o desenvolvimento deste trabalho não seria o mesmo sem a sua participação.

A toda a equipe SMS, pela oportunidade, por contribuírem de forma direta, pelas boas amizades que colhi paralelamente e que levarei comigo: Anne, Aline Umbelino, Luciano Ferreira, Verônica e Lúcia Helena.

Aos colegas de curso, em especial ao amigo Thiago Ribeiro, pela amizade e cumplicidade durante todo o curso e a todos os professores da FANESE, por agregarem a este processo de maturação profissional e pessoal suas experiências. Aos professores Mário Celso, Marcos Aguiar e Helenice Garcia, vocês têm contribuições especiais nessa caminhada. Muito obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

Dedico este trabalho ao meu pai João e minha mãe Isabel, pelos ensinamentos, por mostrar-me e conduzir-me pelo melhor caminho, pela presença mesmo com a distância, pela confiança e amor incondicional transmitido.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de diagnosticar perdas no processo produtivo de uma indústria de médio porte, fabricante de equipamentos eletrônicos para informática, através da técnica de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). A partir da sua aplicação, englobando toda a cadeia produtiva relacionada à produção de gabinetes e painéis traseiros (processos estudados), desperdícios apresentados pelo Sistema Toyota de Produção (STP) surgem à medida que o mapa do estado atual é realizado: problemas com superprodução, espera, transporte, perdas com o próprio processamento, movimentação e estoque. Para início, foi preciso definir uma família de produtos a ser mapeada. Em seguida foi realizado o mapeamento do estado atual com o levantamento de dados do processo e um estudo de tempos das operações envolvidas e demais aspectos relacionados direta e indiretamente. Após mapear o estado atual, foi desenhado o mapa do estado futuro. Nesta etapa, desenvolveu-se uma projeção do ambiente segundo a utilização de ferramentas da produção *lean*. Com os cenários desenhados, realidades facilmente encontradas em um ambiente norteado por meios de produção tradicionais automaticamente tornaram-se visíveis como estoques excessivos, ineficiência dos meios de produção disponíveis e altos *lead times*. Com o MFV constataram-se possibilidades de melhorias derivadas de técnicas como supermercados de produção, fluxo contínuo, *layout* celular e outras utilizadas em sistemas enxutos, com ganhos expressivos na redução do tempo de processamento, *lead time* e desperdícios antes camuflados entre os processos.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor. Sistema Toyota de Produção. Produção *Lean*.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Balanceamento do Operador.....	62
Gráfico 02 - Balanceamento do Operador - Distribuição das Atividades.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Características dos Sistemas de Produção	19
Quadro 02 - Coeficientes de Eficiência	29
Quadro 03 - Fatores Relacionados à Eficiência.....	29
Quadro 04 - Valores Típicos para a Tolerância T (Em Porcentagem)	31
Quadro 05 - Modelos e Etapas de Montagem (Gabinetes).....	48
Quadro 06 - Modelos e Etapas de Montagem (Painéis)	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Processos: <i>input</i> , transformação, <i>output</i>	18
Figura 02 – Contínuo Volume-Variedade e Influência no Arranjo Físico.....	20
Figura 03 - A Casa da Produção <i>Lean</i>	25
Figura 04 - Passos do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	33
Figura 05 - Fluxo de Valor Porta-a-Porta.....	34
Figura 06 - Matriz para Seleção de Família	34
Figura 07 - Simbologia MFV	37
Figura 08 - Representação para <i>Lead Time</i> de Produção e Tempo de Processamento.....	38
Figura 09 - Cálculo do Tempo <i>Takt</i>	39
Figura 10 - Gabinetes e Painéis	43
Figura 11 - Mapa do Processo de Montagem de Gabinete e Pannel.....	46
Figura 12 - <i>Layout</i> Atual da Unidade	47
Figura 13 - Fluxo de Materiais para Suboperações (Preparação)	47
Figura 14 - Planilha para Coleta de Tempos de Processo	51
Figura 15 - Cálculo do Tempo Padrão	52
Figura 16 - Mapa de Estado Atual (Gabinete Traseiro)	55
Figura 17 - Mapa do Estado Atual (Painel Traseiro).....	56
Figura 18 - Tempo <i>Takt</i>	59
Figura 19 - <i>Pitch</i>	60
Figura 20 - <i>Layout</i> Celular	65
Figura 21 - Mapa do Estado Futuro (Gabinete Traseiro).....	66
Figura 22 - Mapa do Estado Futuro (Painel Traseiro).....	67

SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS.....	
LISTA DE FIGURAS	
1 INTRODUÇÃO	13
1.1Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 Justificativa.....	15
2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Sistemas de Produção	17
3.1.1 Definição	17
3.1.2 Tipos de sistemas	18
3.2 O Sistema Toyota de Produção e o <i>Just-In-Time</i>	21
3.3 Filosofia dos Sistemas Tradicional e <i>Lean</i>	22
3.4 Produção <i>Lean</i>	23
3.4.1 Características da produção <i>lean</i>	24
3.5 Os Sete Desperdícios.....	26
3.6 Estudo de Tempos e Métodos.....	27
3.7 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) – <i>Value Stream Mapping</i>	32
3.7.1 Etapas do MFV.....	33
3.7.2 Definição da família de produtos	34
3.7.3 Mapa do estado atual	35
3.7.4 Mapa do estado futuro	38
3.7.5 Implementação do fluxo de valor.....	40
4 METODOLOGIA	41
4.1 Coleta de Dados	42
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	43
5.1 Estudo do Cenário Atual.....	43

5.1.1 Operações e Suboperações	44
5.1.2 Dados do processo e <i>layout</i> atual	45
5.2 Seleção da Família de Produtos.....	48
5.3 Mapa do Estado Atual	49
5.3.1 Dados do Cliente	49
5.3.2 Tempo de ciclo (TC) e tempo de troca (TR)	50
5.3.3 Número de operadores	52
5.3.4 Fluxo de informações e materiais no estado atual.....	53
5.3.5 <i>Lead time</i> e tempo de processamento	54
5.3.6 Identificação dos desperdícios	57
5.3.6.1 superprodução	57
5.3.6.2 espera.....	57
5.3.6.3 movimentação e transporte.....	57
5.3.6.4 estoque.....	58
5.4 Mapa do Estado Futuro.....	58
5.4.1 Tempo <i>takt</i>	58
5.4.2 Supermercados e <i>pitch</i> de produção	59
5.4.3 Fluxo contínuo.....	61
5.4.4 Alteração de <i>layout</i>	64
 6 CONCLUSÃO	 68
 REFERÊNCIAS.....	 69
 APÊNDICES	 72
APÊNDICE A – Cálculo do Tempo Padrão.....	72

1 INTRODUÇÃO

A crescente importância ocorrida no decorrer dos anos, voltada para o atendimento das necessidades dos consumidores, sejam eles internos ou externos, tornou-se fator decisivo para a permanência das empresas no mercado. A indústria, de um modo geral, ao perceber que a satisfação do consumidor é fator de sobrevivência para ela, passa a trabalhar através da ótica da redução de perdas: processos eficientes eliminam defeitos, reduzem desperdícios e custos e aumentam o nível de qualidade.

O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema que objetiva a eliminação total das perdas. Segundo o STP, qualquer atividade que de alguma forma não contribui para uma operação pode ser considerada como fonte de desperdício, a exemplo de esperas, transporte, peças semiprocessadas, movimentação, defeitos e estoques.

Diversas técnicas podem ser aplicadas para uma melhor visualização das perdas focadas pelo STP, como o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). O fluxo de valor refere-se a todas as atividades voltadas à produção de um determinado bem ou serviço, desde as primeiras etapas necessárias ao seu surgimento até o consumidor. O mapeamento é utilizado para o estudo de forma detalhada de dados do processo, bem como a existência de desperdícios a serem sanados.

Com o desenvolvimento gradativo das etapas que compõem o MFV, surge uma visão voltada ao atendimento das necessidades do cliente do processo em estudo, sendo este o principal norte para a aplicação deste método. Ele possibilita a compreensão do ambiente em que está inserido, identificando oportunidades de melhorias.

Ao analisar a aplicação do mapeamento do fluxo é possível estabelecer uma atuação e visualizar a situação ideal com o mapa do estado futuro. Ele permite criar novos fluxos, tornando o processo contínuo (puxado), e de modo geral, enxergar as etapas em todos os níveis (fluxo de informações, materiais, pessoas, consumidores internos e externos, fornecedores e clientes).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a aplicabilidade do Mapeamento do Fluxo de Valor como ferramenta para o diagnóstico de perdas no processo produtivo da SMS.

1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear o fluxo de valor atual do processo em estudo;
- Identificar perdas no processo a partir dos Sete Desperdícios apontados pelo STP;
- Sugerir melhorias no processo em estudo.

1.2 Justificativa

A busca constante por melhorias nos processos, tornando-os mais eficientes tem sido condição para atender de forma satisfatória aos clientes (internos e externos) presentes nos mais diversos segmentos. Minimizar os desperdícios dentro do processo como um todo significa aumentar sua competitividade dentro do mercado, visto que este é um meio para a obtenção de lucros e aumento do valor percebido pelo consumidor à medida que atingem altos níveis de qualidade.

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) é utilizado com o intuito de visualizar a situação atual de toda a cadeia de valor da qual um dado processo está inserido, permitindo identificar pontos de melhorias a partir do mapa do estado atual e propor ações voltadas para a redução dos desperdícios encontrados (estoques, movimentação, espera e outros) com o mapa do estado futuro.

A abertura de um espaço, através da empresa, para que as ferramentas estudadas durante a academia sejam aplicadas, tornou-se enriquecedora para ambas as partes já que há ganhos para o pesquisador e para a empresa enquanto fonte da pesquisa, à medida que os problemas são detectados e soluções para estes são sugeridas.

2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A SMS, empresa líder no segmento de equipamentos para proteção de energia atua no mercado há 30 anos, oferecendo um portfólio com mais de 200 itens entre estabilizadores de tensão, *nobreaks* e condicionadores de energia. Possui três fábricas certificadas com ISO 9001. Sua sede está localizada em São Paulo, na cidade de Diadema, e as demais nos Estados de Minas Gerais e Sergipe.

A unidade de Aracaju-SE está voltada para a produção de equipamentos eletrônicos para informática: estabilizadores e *nobreaks* de pequeno porte. Produz 18 itens diferentes e é responsável pela distribuição para outras regiões do país, visto que a produção de alguns modelos é exclusiva na unidade do nordeste.

É considerada uma empresa de médio porte (segundo o número de colaboradores), conta com aproximadamente 200 funcionários, distribuídos entre os setores de produção (montagem de placas, transformadores, gabinetes, painéis e montagem final), manutenção e administrativo (Recursos Humanos, Planejamento e Controle de Produção, Departamentos Financeiro e Fiscal, e outros).

Está instalada na cidade de Aracaju desde o ano de 2006. Em 2011, a SMS passou a fazer parte do grupo multinacional francês Legrand, especializado no comércio de produtos elétricos e hidráulicos, do qual também fazem parte empresas como Lorenzetti, Pial. São algumas concorrentes da SMS no mercado: Microsol, Tease, TS Shara e outras.

Durante esses 7 anos, a unidade de Sergipe passou por algumas mudanças visando a melhoria dos seus resultados: acompanhamento e revisões periódicas dos procedimentos adotados, em auditorias tanto internas quanto externas, modificações no arranjo físico e aperfeiçoamento do processo de seleção.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Sistemas de Produção

3.1.1 Definição

Martins e Laugeni (2005, p. 11) definem sistema como um conjunto de atividades inter-relacionadas, voltadas para um mesmo objetivo e, para Moreira (2008, p. 7), os sistemas de produção são responsáveis por produzir bens manufaturados ou serviços.

Moreira (2008, p. 7- 9) acrescenta que os diferentes tipos de sistemas existentes variam a partir de alguns fatores como insumos, processo de criação ou conversão, produtos ou serviços e subsistema de controle, descritos a seguir.

Os insumos como matéria-prima, mão de obra, máquinas e equipamentos, conhecimento técnico e outros, são processados em uma etapa chamada de conversão ou criação e, para esse autor, esta é dividida em dois tipos: um sob o ponto de vista da manufatura e outro sob o ponto de vista de serviços.

A utilização de todos esses recursos (máquinas, equipamentos, mão de obra, conhecimento e outros) que refletem no produto obtido, para Moreira (2008, p. 9) compõe o subsistema de controle. Este abrange tudo aquilo que está voltado ao desempenho do sistema, garantindo o seu funcionamento, atendendo prazos, padrões e níveis de qualidade desejados.

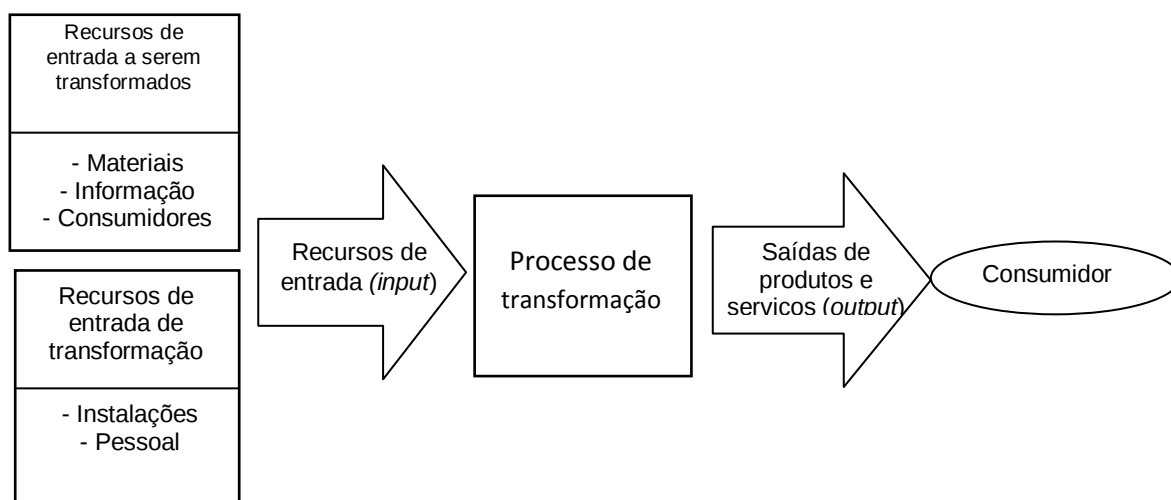
Ligados ao subsistema de controle estão as influências e restrições, responsáveis pelas alterações que os sistemas poderão sofrer. Ainda de acordo com o mesmo autor, podem ser de origem interna (relacionadas às divisões funcionais da empresa como finanças, marketing, recursos humanos e outros) ou externa (políticas governamentais, condições econômicas como taxas de juros, inflação e disponibilidade de crédito).

Relacionado às influências e restrições é possível incluir também os clientes e fornecedores, que para Ritzman e Krajewski (2008, p. 5) estão divididos em internos (processos desenvolvidos pela organização ou até mesmo funcionários) e externos (meios de fornecimento de matéria-prima, serviços ou outros recursos destinados à obtenção dos *outputs* do processo) como citado abaixo.

Os processos fornecem resultados ou saídas (*outputs*) – muitas vezes os resultados são serviços, na forma de informações – aos clientes. Cada processo e pessoa de uma organização tem seus clientes. Alguns são clientes externos, que podem ser usuários finais ou intermediários (como fabricantes, instituições financeiras varejistas) e que compram os produtos ou serviços da empresa. O cliente da agência é um cliente externo. Outros são clientes internos, que podem ser funcionários ou processos que dependem dos insumos de outros para poder realizar seu trabalho (RITZMAN, KRAJEWSKI, 2008, p. 5).

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 8-18), de forma semelhante à Ritzman e Krajewski e reforçando também os fatores destacados por Moreira, afirmam que todos os processos são constituídos por *input*-transformação-*output*, relação apresentada na Figura 01.

Figura 01 - Processos: *Input*, Transformação, *Output*



Fonte: Adaptado (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p. 9)

3.1.2 Tipos de sistemas

Segundo Moreira (2008, p. 9-12), a identificação e classificação do sistema estudado são de extrema importância para a determinação do tipo de técnica de planejamento e gestão da produção que poderá ser empregado,

dividindo-os (os processos) em três grupos: sistemas de produção contínua ou de fluxo de linha, sistemas de produção de grandes projetos sem repetição e sistemas de produção por lotes ou por encomenda (fluxo intermitente).

De forma semelhante a Moreira, Tubino (2000, p. 27) classifica os sistemas de produção, tendo como base três aspectos: o grau de padronização dos produtos (produtos padronizados e sob medida), o tipo de operação (processos contínuos e discretos) e a natureza do produto (manufatura de bens e prestador de serviços), relação mostrada no Quadro 01, e faz uma comparação entre os sistemas repetitivos em lotes (adotado pela empresa em estudo) e em massa, destacada abaixo:

Em função da diversidade de produção e da baixa sincronização entre as operações, quando comparada aos sistemas em massa, este sistema produtivo trabalha com a lógica de manter estoques como forma de garantir o atendimento da etapa seguinte de produção (TUBINO, 2009, p. 9).

Quadro 01 - Características dos Sistemas de Produção

	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da MOD	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: Adaptado (TUBINO, 2000, p. 29).

De acordo com a divisão feita por Moreira (2008, p. 9-12), nos sistemas contínuos de produção (fluxo em linha) o fluxo de produção segue uma sequência linear, com altos padrões. Estão divididos em produção em massa, referentes à montagem em larga escala e baixo grau de diferenciação, e em produção contínua propriamente dita, com processos contínuos, tendendo a altos níveis de padronização em consequência da automatização durante as etapas.

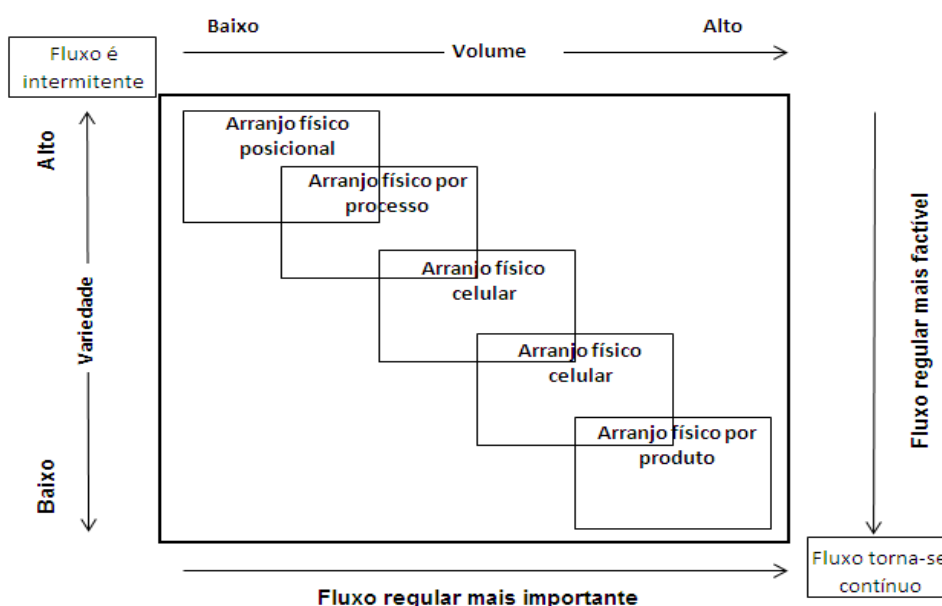
Já no sistema de produção para grandes projetos, o mesmo autor diz não existir um fluxo definido para o produto, que se torna único a cada projeto. Suas etapas são de difícil controle e acompanhamento e suas tarefas não são repetitivas. Conforme Slack, Chambers, Johnston (2009, p. 93), que utiliza a nomenclatura processo de projeto, existe um longo intervalo entre um projeto e outro, com datas para início e término bem definidas.

Outro tipo de sistema descrito por Moreira (2008, p. 9-12) são os sistemas de produção intermitente, também conhecidos como produção em lotes. Neste sistema todas as máquinas serão ocupadas por outros produtos ao finalizar uma produção, apenas realizando ajustes ou adaptações. É encontrado sob a forma de arranjo físico em linha ou por processo.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 94), neste tipo de processo há uma repetição das operações periodicamente, à medida que os lotes são produzidos. Já na visão de Ritzman e Krajewski (2008, p. 109), este é o tipo mais comum de ser visto na prática.

A classificação do tipo de processo e suas características, permitem estabelecer uma relação com o arranjo físico adotado pela unidade de produção. A Figura 02 mostra os tipos de arranjo físico segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p.192), dispostos de acordo com o contínuo volume-variedade.

Figura 02– Contínuo Volume-Variedade e Influência no Arranjo Físico



Fonte: Adaptado(SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p. 192).

3.2 O Sistema Toyota de Produção e o *Just-In-Time*

O Sistema Toyota de Produção (STP) teve sua origem no Japão, criado por Taiichi Ohno, na Toyota Motors Company.

Seu objetivo central consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez às constantes flutuações de demanda do mercado a partir do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação. Dessa forma, o STP deve ser observado como um *banchmarking* fundamental no campo da Engenharia de Produção (SHINGO, 2011, p. 6).

Semelhante a Shingo, Corrêa (2006, p. 599) afirma que a qualidade e a flexibilidade são objetivos fundamentais do JIT, buscados a partir da redução de estoques, pois estes camuflam problemas ocorridos nos processos de produção, tais como: problemas de qualidade, quebra ou preparação de máquinas.

Como meio para que estes estoques não ocorram, Slack, Chambers, Johnston (2009, p. 452-453) relatam que o *Just-in-time* é a produção de um bem ou serviço no exato momento em que surge a sua necessidade e que para o JIT os estoques servem apenas para dificultar a visualização de problemas na produção.

Rother e Shook (2012, p. 35-40), dizem que o JIT é responsável por fazer com que a cadeia seja organizada de maneira a proporcionar o fluxo contínuo, trabalhando com o uso de duas ferramentas: o *kanban* (dispositivos visuais que sinalizam processos entre cliente e fornecedor, geralmente através de cartões, que podem disparar uma produção ou autorizar a retirada de um item para ser consumido) e o nivelamento da produção ou *heijunka*.

De acordo com Russomano (2000, p. 72), este fluxo contínuo do JIT propõe o balanceamento dos fluxos de produção com uma utilização mínima dos recursos disponíveis, objetivando aumentar o retorno sobre o investimento, através da redução dos custos da empresa e da participação dos funcionários.

Para Aquilano (2006, p. 416), com o JIT, o fluxo puxado pode ser estabelecido através de altos níveis de qualidade, bem como uma forte relação entre clientes e fornecedores e uma demanda relativamente previsível para o produto final; assim, a produção só acontecerá se houver uma necessidade real.

3.3 Filosofia dos Sistemas Tradicional e *Lean*

“A abordagem enxuta de gerenciar operações é fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-la cada vez melhor e (acima de tudo) em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo.” (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, 2009, p. 454).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 455-463), a filosofia enxuta é baseada na eliminação de desperdícios, no envolvimento de toda a equipe, na busca pela melhoria contínua, utilizando técnicas como o foco na operação, a redução dos tempos de *set-up* e a transparência dos processos executados, facilitando seu controle e intervenção quando necessário.

Já nos sistemas tradicionais, Corrêa e Giansesi (2009, p. 58) afirmam que algumas características dos processos produtivos como tempos de troca de ferramenta, quebras de máquina ou não conformidades das operações, por vezes geram ordens de produção baseadas nos números calculados sobre efeito dessas informações.

Ainda a respeito dos sistemas tradicionais, Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 472) destacam que estes funcionam a partir do planejamento das necessidades de materiais (MRP), e dependem das informações do Plano Mestre de Produção (PMP), com datas e quantidades pré-estabelecidas, o que gera *lead times* (o tempo que uma peça leva para atravessar todo o processo) fixos, ao contrário dos sistemas *lean*, com programações flexíveis baseadas em taxas de produção.

Conforme Corrêa e Giansesi (2009, p. 58), ao contrário dos sistemas tradicionais, um sistema *lean* procura a causa das não conformidades, atuando nestas, estabelecendo uma situação de busca pela qualidade e consequente melhoria contínua, fazendo com que os problemas sejam expostos para serem tratados e não camuflados como nos sistemas tradicionais.

Os mesmos autores destacam as características de puxar a produção em um sistema *lean*:

Talvez a principal seja sua característica de “puxar” a produção ao longo do processo, de acordo com a demanda. Neste sistema, o material somente é processado em uma operação se ele é requerido pela operação subsequente do processo. Os sistemas tradicionais são sistemas que “empurram” a produção, desde a compra de matérias-primas e componentes até os estoques de produtos acabados [...] (CORRÊA; GIANESI, 2009, p. 59).

3.4 Produção *Lean*

De acordo com Rother e Shook (2012, p. 37), o sistema *lean* de produção significa produzir mais, fazendo uso sempre de menos recursos, como tempo, espaço, esforço, menos materiais e menos máquinas. Tem como foco as perdas a partir do envolvimento de toda a equipe, que quanto mais envolvida maiores serão os resultados alcançados.

Lustosa (2008, p. 30) também destaca a importância do papel da equipe envolvida, sendo um dos quatro pilares deste sistema: trabalho em grupo, a comunicação, uso eficiente de recursos e eliminação de desperdícios em um processo de melhoria contínua (*kaizen*). Seu objetivo é reduzir o tempo entre a produção de um produto e a entrega para o cliente, alcançado através do controle e eliminação dos desperdícios.

Martins e Laugeni (2005, p. 462) também citam o cliente como o norte para a produção *lean*, ao afirmarem que é de extrema importância que o valor do produto seja estabelecido sob uma perspectiva do cliente, para que a sua necessidade seja atendida e desperdícios sejam identificados e eliminados ao longo de toda a cadeia de valor.

Assim como Martins e Laugeni, Ritzman e Krajewski (2008, p. 288-289) ressaltam a importância do conceito de produção enxuta para toda a cadeia de valor, em diferentes funções e departamentos da organização, utilizando o método de fluxo de trabalho puxado, que tem sua produção ativada por um pedido do cliente, predominando em processos repetitivos.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 452), a operação enxuta, sempre citada ao abordar o sistema de produção *lean*, é o desenvolvimento de operações de forma rápida e confiável, com qualidade e baixo custo. Além disso, para Rother e Shook (2012, p. 35) o sistema *lean* permite criar o fluxo contínuo, o que viabiliza a produção puxada, tornando aparentes as barreiras do sistema, utilizando técnicas de gerenciamento visual e a própria equipe.

Segundo Lustosa (2008, p. 30), o objetivo deste sistema é alcançado através da busca pela melhoria contínua, estoque zero, redução de movimentação e do *lead time* e uso de algumas técnicas como o *layout* celular, estudo de tempos e mapeamento do fluxo de valor.

3.4.1 Características da produção *lean*

Para Ritzman e Krajewski (2008, p. 289-294), o fluxo puxado, característica marcante da produção *lean*, acontece em fluxos definidos com itens padronizados, pois facilitam o controle de estoques e produtos em processo. Cada funcionário torna-se inspetor do seu *processo*, tendo como obrigação a eliminação da propagação de falhas.

Este fluxo puxado é favorecido por outra característica, os lotes pequenos. De acordo com os mesmos autores, eles devem ter o menor tamanho possível, facilitando no controle e correção, uma vez que será preciso examinar o lote inteiro. O tempo maior de *setup* que demanda, é equilibrado com trocas rápidas de ferramentas, viabilizando a produção de cargas uniformes nas estações de trabalho.

Devido à característica de lotes pequenos, a produção *lean* necessita estabelecer relações estreitas com seus fornecedores, haja vista não haver uma tendência à formação de estoques. Os autores ainda reforçam a ideia de que fornecedores precisam trabalhar de forma pontual, com entregas frequentes, conforme o consumo. Para isso, aspectos como qualidade e localização devem ser levados em consideração na definição dos fornecedores.

A não formação de estoque e produção de pequenos lotes é favorecida pelo *layout* celular, ressaltada por Tubino (1999, p. 18), descrevendo a importância de máquinas dispostas de acordo com o fluxo de processo, tornando-o contínuo, obtendo lotes unitários, eliminando estoques em processo (*Work In Process* - *WIP*) e reduzindo o tempo de transformação da matéria-prima em produto acabado.

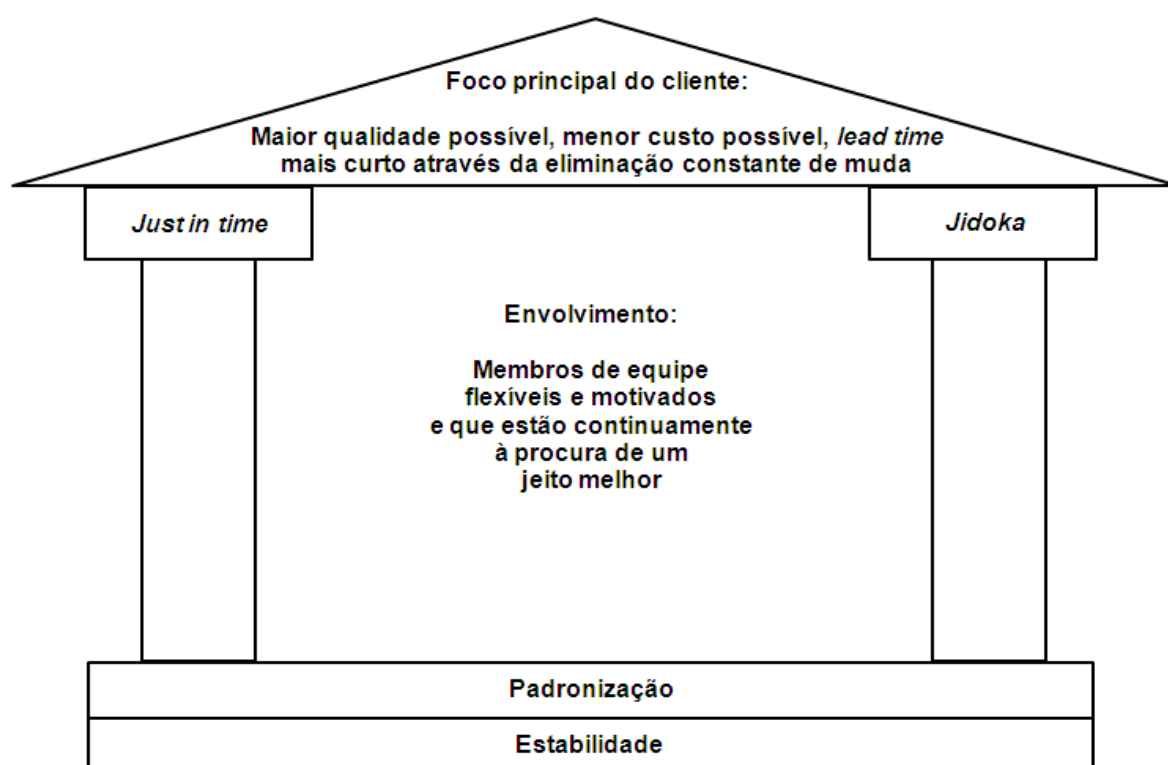
Ritzman e Krajewski (2008, p. 289-294) citam a flexibilidade da força de trabalho como uma das características mais importantes. O funcionário deve saber executar mais de uma tarefa, facilitando, quando necessário, seu deslocamento para outras áreas da produção.

Outro ponto é a manutenção preventiva. Na visão dos autores supracitados (2008, p. 289-294), o sistema de produção *lean* é planejado para trabalhar sem tempo de ociosidade ou folga, com processos de fluxo contínuo; logo, paradas por falhas podem causar interrupções. Impactos menores são gerados quando períodos para a manutenção são agendados.

Outro aspecto abordado por Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 454-459), que também caracteriza a produção *lean* é o tempo de atravessamento (*lead time*), sendo uma das formas de se detectar fontes de desperdícios, pois quanto mais tempo um produto estiver em movimentação, ou até mesmo estacionado, gerando algum tipo de estoque, sujeito a tarefas que não agreguem valor, maior será o seu tempo de processo.

Dennis (2008, p. 37) caracteriza este sistema através da Casa da Produção *Lean* (Figura 03), tendo como base a estabilidade e a padronização, com foco no cliente, atendendo-o com altos padrões de qualidade, custo reduzido e baixo *lead time*. Seu ponto central é o envolvimento da equipe, sustentando-se em dois pilares: entregas *just-in-time* e *jidoka* (segundo o mesmo autor (2008, p. 109), trata-se da criação de processos livres de defeitos, identificando-os rapidamente, solucionando-os e fortalecendo continuamente sua capacidade).

Figura 03 - A Casa da Produção *Lean*



Fonte: Adaptado (DENNIS, 2008, p. 37).

3.5 Os Sete Desperdícios

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 456) existem sete tipos de desperdícios apontados pelo Sistema Toyota de Produção, que são a base para a produção enxuta: a superprodução, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação e produtos defeituosos.

De acordo com Shingo (2011, p. 103) as perdas por superprodução são consideradas as maiores fontes de desperdícios e responsáveis pelos maiores danos dentro de um processo. Podem ser quantitativas (produzir quantidades além daquelas que serão utilizadas) ou ainda antecipadas (quando a produção ocorre antes da sua real necessidade, aguardando para ser consumida).

Relacionado à superprodução está o tempo de espera. Conforme Rother e Shook (2012, p. 36) esta é uma avaliação feita a partir da eficiência mensurada de mão-de-obra e máquinas, visualizando o tempo de ociosidade destes dois fatores. A espera aumenta o *lead time*, uma medida de extrema importância para o processo.

Já Shingo (2011, p. 59) diz que as perdas de transporte referem-se à movimentação de material dentro da fábrica, sendo esta uma atividade que não agrega valor ao produto, assim como a movimentação. Para a redução dos impactos causados, podem ser realizadas mudanças no arranjo físico da unidade, melhoria no modo de deslocamento ou organização da área.

Outra fonte de desperdício pode ser o próprio processo. O mesmo autor afirma que é preciso procurar formas de evitar que os problemas aconteçam novamente e não apenas corrigi-los. A melhoria no processo pode ser a partir de alterações nos métodos de fabricação.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009, p.456) a redução de estoque deve ser foco de trabalho; no entanto, isso só será alcançado atuando nas causas da sua geração. Ainda segundo Shingo (2011, p. 112), isso pode acontecer por meio do balanceamento das quantidades produzidas (produzir apenas aquilo que é pedido), ou da sincronização do fluxo entre as operações, acabando com as esperas entre os processos. Sendo assim, técnicas devem ser aplicadas, como o estudo de tempos e métodos, descrito a seguir.

3.6 Estudo de Tempos e Métodos

“O estudo de Tempos e Métodos é a análise dos métodos, materiais, ferramentas e instalações utilizadas ou que irão ser utilizadas na execução do trabalho.” (TOLEDO, 2007, p.53). O referido autor relata que essa análise objetiva encontrar um meio mais econômico para desenvolver as tarefas, bem como sua padronização, determinar o tempo necessário, a fim de que estas sejam executadas e auxiliar na aprendizagem de novos métodos.

Conforme Barnes (1977, p. 1) o estudo de tempos e métodos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho. De maneira semelhante a Toledo, define alguns objetivos para este estudo: o desenvolvimento do método de menor custo, a sua padronização, a determinação do tempo gasto por uma pessoa qualificada e treinada e a orientação deste operador com o melhor método.

Para Toledo (2007, p. 37), associado à definição de tempos e métodos, estão os padrões, estes por sua vez só existem quando os métodos, os movimentos desenvolvidos pelo homem e até mesmo pelas máquinas sejam executados sem variações. Ele também fala a respeito da racionalização, caracterizada pela busca de tempos de execução ideais, ou seja, iguais a zero, bem como o seu custo.

O mesmo autor afirma que uma das primeiras etapas para o estudo de tempos e movimentos é a análise das operações, fazendo as seguintes observações: se já existe um método, se este pode ser melhorado e se esta melhoria é viável, e quais as condições do ambiente, máquinas e equipamentos.

Buscando possibilitar o estudo, o autor citado acima (2007, p. 67) indica que as operações sejam divididas para serem observadas, pois quanto mais partes forem obtidas, mais informações poderão ser trabalhadas. Com isso é possível identificar quando não existe um método padrão, ou exige trabalho adicional, quando há tempos de espera ou máquinas defeituosas.

O autor ainda corrobora essa divisão descrevendo quatro passos a serem seguidos: escolher elementos de menor duração possível, definir claramente pontos de separação entre os elementos, elementos de máquinas e manuais devem estar separados e elementos regulares e irregulares (de acordo com a regularidade da sua frequência) devem estar sempre separados.

Toledo (2007, p. 81) faz uma abordagem quanto ao número de observações a serem coletadas, afirmando que quanto maior o número melhor. Não

há regra para isso; dependendo do caso, varia de 20 a 50 amostras, prevalecendo o bom senso e o conhecimento da atividade em observação.

Após todas essas etapas, de posse dos dados coletados, o mesmo autor (2007, p. 82), diz que deve ser feito um nivelamento dos tempos, excluindo aqueles incorretos. Isso é feito com tempos que apresentam uma variação muito alta (se não estiver acompanhado de alguma observação, estas variações referem-se a erros de leitura), procurando reduzir o intervalo entre os valores máximo e mínimo.

Segundo Toledo (2007, p. 89), esse estudo deve ser analisado tendo como base a padronização, pois servirá para qualquer um em qualquer condição, ou seja, as observações não deverão ser feitas com novatos ou pessoas experientes nas operações. Em relação a isso, Toledo faz a seguinte definição:

Tempo-padrão é o tempo necessário para executar uma operação de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado, possuindo habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas do serviço (TOLEDO, 2007, p. 89).

Outra fase do estudo de tempos é a análise da eficiência (E), que de acordo com Toledo (2007, p. 92) é feita através de uma avaliação da atividade, utilizando coeficientes em porcentagens, facilitando o entendimento dos envolvidos, como mostrado no Quadro 02. O tempo médio coletado em cada elemento deve ser multiplicado pelo coeficiente escolhido.

O exemplo a seguir apresenta a normalização de uma atividade: “Se um operário trabalha com uma habilidade regular $E - 1 = - 0,05$ e um esforço $E - 2 = - 0,08$ o coeficiente de eficiência em porcentagem será $1,00 - (0,05 + 0,08)$ que é igual a $1,00 - 0,13 = 0,87$ (87%).” (TOLEDO, 2007, p. 98).

Além desses coeficientes, o autor destaca fatores que diferenciam os operadores em relação a um padrão de eficiência normal. Esses fatores estão classificados em habilidade (característica permanente do operador) e esforço (aspectos variáveis, ligados à motivação para o trabalho), apresentados no Quadro 03.

Quadro 02 - Coeficientes de Eficiência

CÁLCULO DE EFICIÊNCIA					
HABILIDADE			ESFORÇO		
+ 0,15	A - 1	Superior	+ 0,13	A - 1	Excessivo
+ 0,13	A - 2		+ 0,12	A - 2	
+ 0,11	B - 1	Excelente	+ 0,10	B - 1	Excelente
+ 0,08	B - 2		+ 0,08	B - 2	
+ 0,06	C - 1	Boa	+ 0,05	C - 1	Bom
+ 0,03	C - 2		+ 0,02	C - 2	
1,00	D	Normal	1,00	D	Normal
- 0,05	E - 1	Regular	- 0,04	E - 1	Regular
- 0,10	E - 2		- 0,08	E - 2	
- 0,16	F - 1	Frac	- 0,12	F - 1	Frac
- 0,22	F - 2		- 0,17	F - 2	

Fonte: Adaptado pela autora (TOLEDO, 2007, p. 96).

Quadro 03 - Fatores Relacionados à Eficiência

HABILIDADE	ESFORÇO
Destreza manual	Boa disposição
Mais anos de serviço	Mais entusiasmo
Melhor ritmo nos movimentos	Presença de um incentivo
Inteligência mais pronta	Sem preocupações
Físico mais ágil	Melhor espírito de colaboração
Menos hesitações	Desejo de exhibir-se

Fonte: Adaptado pela autora (TOLEDO, 2007, p. 92).

Ainda conforme Toledo (2007, p. 102), este tempo avaliado e normalizado não é suficiente. É preciso que diversos fatores que interferem na eficiência de uma operação sejam levados em consideração. Ele diz que não é possível manter um mesmo ritmo de trabalho durante todo o dia, por isso o efeito do trabalho sobre aquele que está executando a tarefa deve ser levado em consideração. Este efeito é

chamado por ele de fadiga. O valor a ser utilizado para o cálculo pode ser visualizado no Quadro 04, também adotado por Niebel (*apud* Moreira 2008, p. 275).

Essa ideia é reforçada por Barnes (1977, p. 456), ao afirmar que a fadiga está relacionada a três fenômenos, sendo eles: a sensação de cansaço (associada a longos períodos de trabalho), mudanças fisiológicas no corpo (deficiência das respostas do corpo à necessidade de movimento) e a diminuição da capacidade para a execução do trabalho.

Para o cálculo do tempo padrão de cada operação deve ser somado à padronização dos tempos, à análise de eficiência e à normalização, já citadas acima, o fator de tolerância (FT), que segundo Moreira (2008, p. 274), é atribuído para que condições particulares de cada operação sejam levadas em consideração.

O Quadro 04 apresenta os valores de tolerâncias, utilizados pelo autor citado acima, que devem ser transformados em um fator, utilizando a fórmula abaixo (somando a 100%, pois este representa atividades em condições normais de trabalho):

$$FT = 100 + T \quad (1)$$

O mesmo autor estabelece uma relação entre este fator e outros tempos necessários para a composição do tempo padrão: o tempo real (obtido pela cronometragem) e o tempo normal (tempo necessário para um operador executar sua tarefa, com eficiência média, equivalente, em percentual, a 100%).

Moreira (2008, p. 273), designa algumas fórmulas a serem utilizadas para o cálculo do tempo padrão, descritas a seguir. Elas evidenciam a relação entre fadiga, eficiência (EF), tempo real e tempo normal.

TR= Tempo Real; TN= Tempo Normal; TP= Tempo Padrão; T=Tolerância onde:

$$TN = TR \times EF/100 \quad (2)$$

$$TP = TN \times FT/100 \quad (3)$$

A análise de tempos e métodos, citada aqui, é de extrema importância para a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), pois permitirá visualizar de forma clara todos os elementos e tempos envolvidos no processo em estudo. Esta ferramenta é descrita a seguir.

Quadro 04 - Valores Típicos para a Tolerância T (Em Porcentagem)

I. Tolerâncias constantes		Porcentagem
1. Tempo pessoal		5
2. Fadiga básica		4
II. Tolerâncias variáveis		
1. Posição anormal de trabalho		
a. Curvado		2
b. Deitado, esticado		7
2. Uso de força muscular (erguer, empurrar, puxar)		
Peso erguido, em libras		
5		0
10		1
15		2
20		3
25		4
30		5
35		7
40		9
45		11
50		13
60		17
70		22
3. Iluminação		
a. Abaixo do recomendado		2
b. Bastante inadequada		5
4. Nível de ruído		
a. Intermitente e alto		2
b. Intermitente e muito alto		5
5. Monotonia		
a. Pequena		0
b. Média		1
c. Alta		4

Fonte: Adaptado pela autora, Niebel, 1976, p. 380 (*apud* Moreira, 2008, p. 275).

3.7 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) – *Value Stream Mapping*

Para Rother e Shook (2012, p.1), fluxo de valor são todas as ações necessárias, agregando valor ou não, para trazerem um produto por todos os fluxos (fluxo de produção - composto pelo fluxo de material e de informação – ou fluxo do projeto do produto) levando em consideração o fluxo de valor, sendo assim, o processo como um todo é analisado, não apenas partes isoladas.

Segundo Ritzman e Krajewski (2008, p. 6), cadeia de valor inclui clientes e fornecedores internos e externos. São as necessidades de clientes internos ou externos que dão início a uma cadeia de valor, podendo ser uma necessidade de trabalho imediata ou uma previsão de necessidade futura.

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 457) afirmam que conhecer toda esta cadeia de valor é uma das formas de acompanhar o progresso de um produto dentro do processo, entendendo o fluxo de materiais e informações do início ao fim, e recebe este nome por focar atividades que agregam valor ao produto, diferenciando daquelas que não agregam.

Conforme Rother e Shook (2012, p. 1-2) o MFV é uma ferramenta que auxilia a estabelecer um fluxo de produção contínuo e no entendimento da situação atual e futura, identificando oportunidades de melhorias contínuas. É um meio de comunicação e uma ferramenta para gerenciar o processo de mudança.

Dennis (2008, p. 104-107) destaca que o MFV é uma ferramenta que auxilia na visualização da situação atual e possibilita enxergar pontos de melhoria. Para ele, sistemas com setores distribuídos por processo podem facilmente desenvolver suas operações sem uma preocupação com o que ocorrerá com as demais partes integrantes do sistema.

Já Santos, Gohr e Santos (2011, p. 119) relatam que o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que auxilia na implementação do fluxo contínuo e dos princípios enxutos no chão-de-fábrica, sempre visando a agregação de valor nos processos.

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) permite que as empresas enxerguem os seus desperdícios servindo para direcionar as melhorias do fluxo que efetivamente contribuem para um salto no seu desempenho, evitando a dispersão em melhorias pontuais, muitas das quais de pequeno resultado final e com pouca sustentação ao longo do tempo (ROTHER e SHOOK, 2012, p. 1).

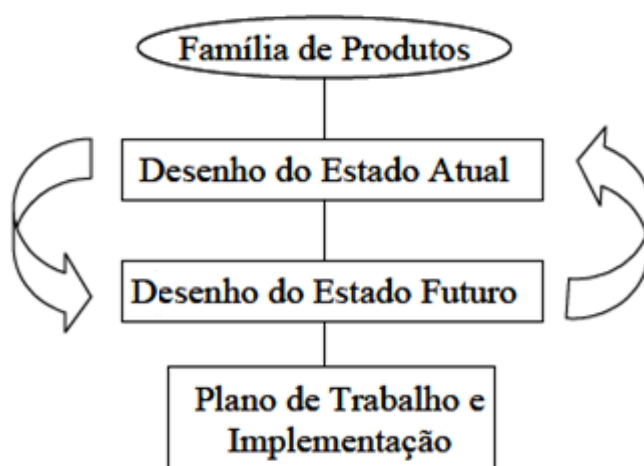
3.7.1 Etapas do MFV

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 458), a atividade de mapeamento do fluxo de valor está dividida na identificação da cadeia de valor que será estudada, no mapeamento do processo e do fluxo de materiais e informações, no diagnóstico de mudanças, gerando um mapa com a situação futura e a execução das mudanças propostas.

A Figura 04 mostra as etapas do MFV. Segundo Ritzman e Krajewski (2008, p. 298-299), ao definir a família de produtos a ser mapeada e iniciar o mapeamento do estado atual, é dado início ao processo onde informações são agrupadas, sendo indicada a realização da coleta direta dos dados, seguida do mapeamento do estado futuro, chegando ao final, na fase de implantação.

O MFV defende que se deva escolher uma família de produtos e seguir a trilha da produção de porta-a-porta, do consumidor ao fornecedor, e desenhar cuidadosamente o mapa do estado atual de seus fluxos de materiais e de informação (Figura 05) (ROTHER E SHOOK *apud* ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011, p.4).

Figura 04 - Passos do Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Adaptado pela autora, Ritzman e Krajewski (2008, p. 300).

Figura 05 - Fluxo de Valor Porta-a-Porta



Fonte: Rother e Shook (*apud* ELIAS; OLIVEIRA; TUBINO, 2011, p.4)

3.7.2 Definição da família de produtos

Rother e Shook (2012, p. 2) indicam que para iniciar o processo de mapeamento é preciso definir uma família de produtos. Não é necessário mapear todos os itens produzidos, mas sim, alguns específicos. Essa escolha é feita a partir do consumidor final do fluxo de valor, agrupando os produtos de acordo com as semelhanças encontradas entre os processos.

A Figura 06 apresenta uma sugestão dada pelos autores citados acima, de uma matriz com etapas do processo em um eixo e seus respectivos produtos em outro, visando facilitar a escolha do produto a ser mapeado quando se tratar de um *mix* considerável.

Figura 06 - Matriz para Seleção de Família

		Etapas de Montagem e Equipamentos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUTOS	A	x	x	x		x	x		
	B	x	x	x	x	x	x		
	C	x	x	x		x	x	x	x
	D		x	x	x			x	x
	E	x	x	x	x			x	
	F	x		x		x	x	x	
	G	x		x		x	x	x	

Uma Família de Produtos

Fonte: Adaptado pela autora (ROTHER E SHOOK, 2012, p. 4).

Os autores também citam que nesta etapa deve ser definido um gerente para o fluxo de valor (2012, p. 5). Este será responsável por torná-lo contínuo, deverá transmitir as informações ocorridas durante o MFV à alta administração, deve ser capaz de elaborar os mapas do estado atual e futuro, bem como o seu processo de implementação. Para Rother e Harris (2008, p. 8) o gerente do fluxo além de desenhar, deve ajustar os mapas, mostrando o processo puxador e onde o fluxo pode ser contínuo.

Os mesmos autores ainda orientam (2008, p. 11) que no momento da escolha da família a ser mapeada, alguns critérios podem ser avaliados para facilitar a decisão. São eles: flexibilidade, levando-se em consideração a demanda do produto, a variação total de trabalho (o tempo necessário para um operador produzir uma peça), a similaridade entre os processos, o *takt time* (ritmo de produção) e a localização do cliente.

3.7.3 Mapa do estado atual

Com as famílias definidas, inicia-se o mapeamento do estado atual. Neste ponto, todos os tipos de processo desenvolvidos são desenhados, com dados coletados junto a estes. Rother e Shook (2012, p. 10) sugerem que essas informações sejam pessoalmente acompanhadas, a fim de que possam ser utilizadas por todo MFV e não valores encontrados em arquivos ou outro tipo de histórico utilizado pela empresa.

Na confecção do mapa do estado atual, Rother e Shook (2012, p. 93) apresentam uma simbologia própria desta ferramenta, utilizada ao longo de todo MFV. Cada atividade possui sua representação gráfica (Figura 07), o que facilita o entendimento das informações a serem transmitidas.

Essas informações devem ser transformadas em um mapa. Para isso os autores mencionados indicam que alguns dados devem ser observados no momento da sua elaboração: o cliente do processo (deve ser informado no mapa utilizando uma caixa de dados. Esta é a informação inicial), as etapas do processo (utilizando caixas de processo) sobre caixas de dados informando tempo de ciclo (TC), tempo de troca – TR (frequência com que uma peça é montada), número de operadores, tempo disponível (TD), tempo ocupado (TO) e outros.

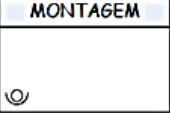
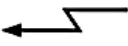
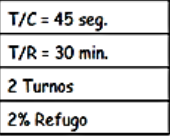
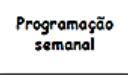
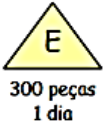
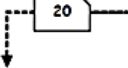
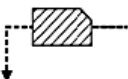
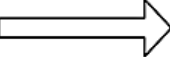
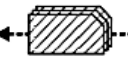
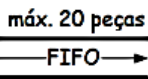
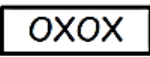
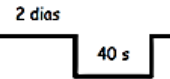
Outro ponto de grande importância para este primeiro mapa, evidenciado pelos mesmos autores, é a identificação de estoques à medida que o processo é acompanhado, representada por um triângulo. Ele (o triângulo) deve ser reproduzido a cada sinal de acúmulo, pois este é o sinal de que o fluxo está parando naquele ponto.

Para concluir o mapa do estado atual, é preciso incluir as informações principais, resultantes de toda essa análise: o *lead time* e o tempo de processamento, também chamado por Rother e Shook (2012, p. 27) de tempo de agregação de valor. Eles apresentam essas informações em uma linha, denominada linha do tempo, localizada embaixo das caixas de processo e dos triângulos de estoque, como mostrado na Figura 08.

Rother e Shook (2012, p. 26) ainda acrescentam que o *lead time* pode ser calculado dividindo a quantidade em estoque pelos pedidos diários do cliente do processo. Completam afirmando que o *lead time* poderá ou não ser igual ao tempo de ciclo, informação que ficará clara com o mapa.

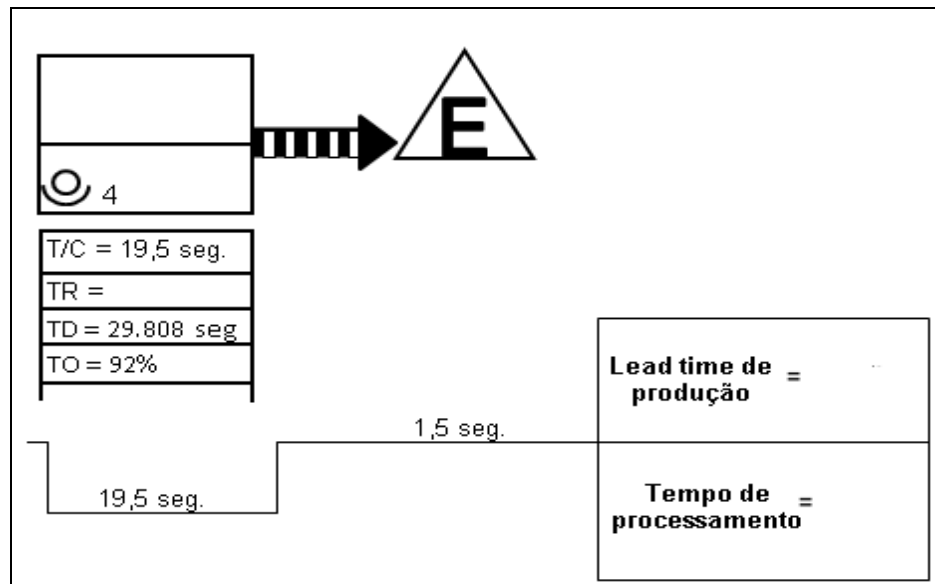
Os autores continuam a descrição do processo, afirmando que ao concluir o mapa do estado atual, torna-se possível a identificação de pontos de desperdícios como superprodução, espera e estoques, o tempo total gasto para produzir uma peça, número total de operadores envolvidos no fluxo e o *lead time* da família de produtos mapeada.

Figura 07 - Simbologia MFV

Ícones do Fluxo de Materiais			Ícones do Fluxo de Informação		
Símbolo	Nome	Função	Símbolo	Nome	Função
	Processo	Demonstrar os processos existentes.		Fluxo de informação manual	Indicar o fluxo de informação manual.
	Fontes externas	Representar clientes e fornecedores.		Fluxo de informação eletrônica	Indicar o fluxo de informação eletrônica.
	Caixa de dados	Registrar os dados de um processo.		Informação	Descrever um fluxo de informação.
	Estoque	Demonstrar a quantidade e o tempo de cobertura de estoque.		Kanban de produção	Dar permissão a um processo de quanto e o que produzir.
	Entregas	Indicar a frequência das entregas.		Kanban de retirada	Dar permissão de quanto e o que pode ser retirado.
	Movimento de material empurrado	Representar o movimento de materiais na produção empurrada.		Kanban de sinalização	Indicar quando o ponto de reposição é alcançado em kanbans por lote.
	Movimento de produtos acabados e de matéria-prima	Representar o movimento de materiais do fornecedor ou para o cliente.		Bola para puxada sequenciada	Dar permissão para produzir uma quantidade de tipos pré-determinados (sistema sem supermercados).
	Supermercado	Representar um estoque controlado de peças usado para puxar a produção.		Posto de kanban	Representar o local onde o kanban é coletado e mantido para transferência.
	Retirada	Indicar materiais sendo puxados, geralmente de um supermercado.		Kanban em lotes	Representar o kanban chegando em lotes.
	Fluxo sequencial (primeiro a entrar, primeiro a sair)	Representar a transferência sequencial de quantidades controladas.		Nivelamento de carga	Identificar o procedimento para nivelar o mix e o volume de kanbans (heijunka).
	Linha do tempo	Registrar o lead time de produção e os tempos de processamento.		Verificar (programação "vá ver")	Indicar a necessidade de verificar os níveis de estoque para ajustar a programação.

Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 93).

Figura 08 - Representação para *Lead Time* de Produção e Tempo de Processamento



Fonte: Adaptado pela autora (ROTHER E SHOOK, 2012, p. 27)

3.7.4 Mapa do estado futuro

De posse dessas informações, a etapa seguinte é o mapeamento do estado futuro. Conforme Rother e Shook (20012, p. 49) é o mapeamento do estado futuro que irá atuar na eliminação dos desperdícios encontrados com o mapa do estado atual. Nesta etapa, define-se o tempo *takt* (frequência com que uma peça é produzida), é estabelecido um fluxo contínuo ou supermercados de produção e um controle na entrega das programações para os setores envolvidos.

Segundo os autores, o tempo *takt* é utilizado como um meio para sincronizar a produção, permitindo acompanhar possíveis variações de mercado, pois ao calcular este número, o ritmo atual do processo e as condições que este deveria estar, tornam-se visíveis. Esta informação deve estar nas caixas de dados no mapa do estado futuro. Este número é encontrado dividindo-se o tempo disponível por turno (em segundos) pela demanda do cliente em um turno (Figura 09).

Figura 09 - Cálculo do Tempo *Takt*

$$\text{tempo takt} = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por turno}}{\text{demanda do cliente por turno}}$$

Fonte: Rother e Shook (2012, p. 38)

Rother e Shook (2012, p. 39) indicam estabelecer nesta etapa, um fluxo contínuo em todo ponto possível do processo. Eles afirmam que este é o método mais eficiente para produzir, visto que uma série de desperdícios é eliminada à medida que uma peça é montada e transferida imediatamente para o processo seguinte. Será representado por caixas de processo já utilizadas no mapa do estado atual, agora com caixas diferentes tendendo a unir-se, tornando-se uma.

Para os casos em que a adoção do fluxo contínuo não for possível, os autores citam (2012, p. 40) a utilização de supermercados de produção quando não há uma sincronia entre os tempos de diferentes processos. É nesta etapa que *kanbans* podem ser introduzidos como objetivo de ordenar ao processo anterior uma produção daquilo que será necessário, sem tentativas de previsões.

Rother e Shook (20012, p. 43) relatam que ao utilizar o sistema puxado com supermercados, a definição de um processo puxador e entrega da programação somente para este facilitará o controle no ritmo de produção dos outros processos, contribuindo para a ocorrência do fluxo contínuo.

Também relacionado à definição do processo puxador, os autores citam nesta etapa do MFV, o nivelamento de produção (2012, p. 44). Quanto mais nivelada estiver a produção, mais facilmente serão atendidas as diferentes solicitações dos clientes, reduzindo significativamente desperdícios encontrados nos fluxos, com uma redução de estoques de produtos acabados; porém, isto implica em um maior empenho da equipe, especialmente na busca por trocas rápidas.

Para obter este nivelamento é preciso verificar a quantidade de trabalho liberada para a produção. Segundo Rother e Shook (2012, p. 45), quando grandes lotes são liberados para os processos não é possível estabelecer um fluxo

previsível, tornando lentas as ações corretivas para os problemas que surgem. Uma das ferramentas utilizadas é um quadro de nivelamento de carga (*heijunkabox*), utilizando cartões *kanban* para indicar quanto e quando produzir.

3.7.5 Implementação do fluxo de valor

A última etapa é a implementação do fluxo de valor segundo o mapa do estado futuro. Para Luz e Buiar (2004, p. 5), “este é o último passo, a elaboração do plano de implementação, que deve descrever em uma página, quais são as etapas para se chegar ao estado futuro”. Rother e Shook (2012, p. 76) indicam que esta fase deve ser dividida em etapas para facilitar a sua execução.

Ainda na visão de Rother e Shook (2012, p. 76), essa divisão é feita a partir da análise do processo puxador e do processo cliente, chamado de *loop* puxador. A outra divisão refere-se ao fluxo de informações e ao fluxo de materiais, que formam os *loops* adicionais. Esses *loops* podem ser acompanhados separadamente de forma detalhada, para facilitar o processo de implementação do estado futuro.

Os autores indicam que seja criado um plano a partir do mapa do estado futuro, para mostrar de forma clara o que se planeja ser realizado, etapa por etapa, com definição de metas, prazos e responsáveis. Ainda afirmam que a administração precisa se dedicar a aprender sobre o assunto, pois a melhoria do fluxo é de sua responsabilidade, e ela precisa conduzir sua implementação.

4 METODOLOGIA

Método é “o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido” (MARCONI e LAKATOS, 2009, p. 83).

De acordo com os autores citados acima (2000, p. 45-97), existem tipos diferentes de métodos: método indutivo, método dedutivo, método hipotético dedutivo, método dialético, monográfico e um dos métodos utilizados neste trabalho, o método estatístico, que fornece aspectos quantitativos do ambiente ou objeto em estudo.

Para o alcance dos objetivos, Marconi e Lakatos (1999, p. 27) destacam fases que devem ser cumpridas durante a pesquisa, como a escolha do tema, o levantamento de dados, a formulação do problema, a definição de termos, a construção de hipóteses, a delimitação da pesquisa, a amostragem e a seleção de métodos e técnicas.

Ruiz (2008, p. 48-50) afirma que é o método de abordagem do problema estudado que dá o aspecto científico de uma pesquisa. Para ele os tipos de pesquisa são: pesquisa exploratória, pesquisa teórica e pesquisa aplicada.

Segundo Gil (2002, p. 41) as pesquisas exploratórias objetivam criar uma maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito e facilitando a construção de hipóteses. Já a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever características do objeto estudado ou estabelecer relação entre variáveis presentes. E as pesquisas explicativas procuram determinar fatores que influenciam o fenômeno estudado.

Ao executar este trabalho, foi aplicado o modelo de pesquisa exploratória, já que não há formação clara e definida de hipóteses voltadas ao assunto em questão, havendo a necessidade de caracterizar inicialmente o problema, sendo este o objetivo principal e não sua solução.

4.1 Coleta de Dados

Para a realização deste trabalho, dados foram coletados em diferentes áreas da empresa, ligados direta ou indiretamente ao setor estudado (Preparação).

Informações referentes aos tempos de processo foram registradas pessoalmente para a construção do mapa do estado atual, pois, segundo Rother e Shook (2012, p. 10), esses dados devem refletir de forma atual, a realidade do processo mapeado, e para isso, é preciso ir onde este está acontecendo e cronometrá-lo.

Os autores citados acima, ainda acrescentam algumas exceções a regra de coletar pessoalmente as informações, como a necessidade de consultar através de outras fontes, informações relacionadas a registros de não conformidades em matéria-prima ou produto acabado e defeitos em máquinas e equipamentos.

Além dos tempos de processo, foi preciso coletar informações, utilizadas como base neste trabalho, a exemplo do número de pessoas envolvidas nas operações, periodicidade de entrega de matéria-prima dos fornecedores externos e internos para abastecimento dos processos.

A necessidade de dados qualitativos para a aplicação da ferramenta em estudo reforça a importância do contato pessoal com a rotina do processo, pois informações como movimentos ou hábitos adquiridos pelos envolvidos não estão disponíveis em históricos ou qualquer arquivo de dados utilizado pela empresa, reduzindo a interferência nos resultados finais.

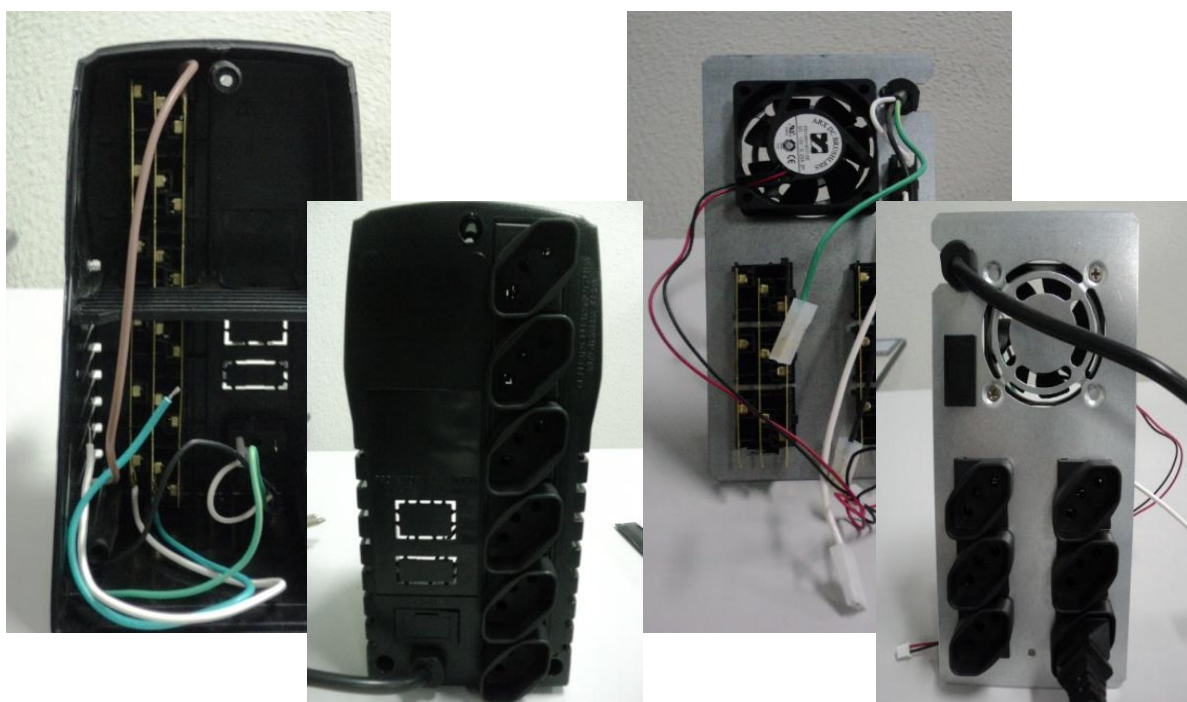
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Estudo do Cenário Atual

O setor em estudo, onde foi aplicado o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) foi a Preparação, devido sua importância para todo o processo: é responsável pela produção de diversos itens, como componentes para placas eletrônicas, *kits* utilizados na montagem de transformadores de tensão, produção de gabinetes e painéis traseiros (mapeados neste estudo), entre outros.

A produção dos dois últimos itens citados acima representa os maiores volumes gerados dentre os demais processos desenvolvidos na preparação, justificando a sua escolha. Os gabinetes e painéis já montados (Figura 10) são utilizados como matéria-prima nas linhas de montagem final dos estabilizadores e *nobreaks* produzidos pela empresa. Estes são compostos por operações e suboperações, descritas a seguir.

Figura 10 - Gabinetes e Painéis



Fonte: Autora

5.1.1 Operações e Suboperações

Para a realização da montagem, primeiramente algumas etapas precisam ser executadas, chamadas de suboperações, pois processos posteriores dependem destas. São elas: montagem de fiação, montagem de porta-fusível, etiquetagem de cabos (tanto para gabinetes quanto para painéis), encaixe de tomadas, parafusagem de *cooler* e painel (somente para painéis traseiros).

A montagem da fiação é realizada em uma máquina específica para conectá-la em uma barra condutora de corrente. Esta é substituída pelos fusíveis montados (consiste no encaixe do fusível em um suporte interno e posteriormente em outro externo), quando referente à montagem de painéis. A etiquetagem de cabos utiliza um pequeno suporte, que auxilia na aderência das etiquetas junto aos cabos, informando a tensão do equipamento.

Como suboperação destinada somente à montagem de painéis, há a parafusagem do *cooler* no painel metálico, utilizando parafusadeiras pneumáticas e suportes que fixam as peças, facilitando o processo. Há também o encaixe de tomadas, que consiste em acoplar a tomada ao painel metálico e amarrar a fiação do *cooler* (produto da suboperação anterior) utilizando uma braçadeira.

Com as suboperações realizadas, as etapas seguintes são executadas: encaixe das barras condutoras, encaixe do fusível e da fiação montados, prensagem das barras, encaixe do cabo etiquetado e prensa-cabo (componente para fixar o cabo no painel ou gabinete). De acordo com a organização atual do processo, apenas estas operações são realizadas em linha contínua e as suboperações em diferentes pontos, como será mostrado no decorrer do trabalho.

Não há o uso de máquinas robustas ou equipamentos de grande porte. Estas operações e suboperações são realizadas manualmente, com exceção da montagem da fiação, que utiliza uma máquina, e da prensagem das barras condutoras de corrente, feita através de uma prensa pneumática.

5.1.2 Dados do processo e *layout* atual

Os processos necessários para a obtenção dos gabinetes e painéis traseiros já montados são apresentados na Figura 11. A Figura 12 mostra o *layout* atual e a localização das áreas utilizadas para a execução destes processos dentro da empresa, bem como a disposição das suas linhas de montagem. Em destaque, as linhas para montagem final dos produtos, cliente do processo mapeado (linha tracejada azul) e o setor de preparação (linha tracejada verde).

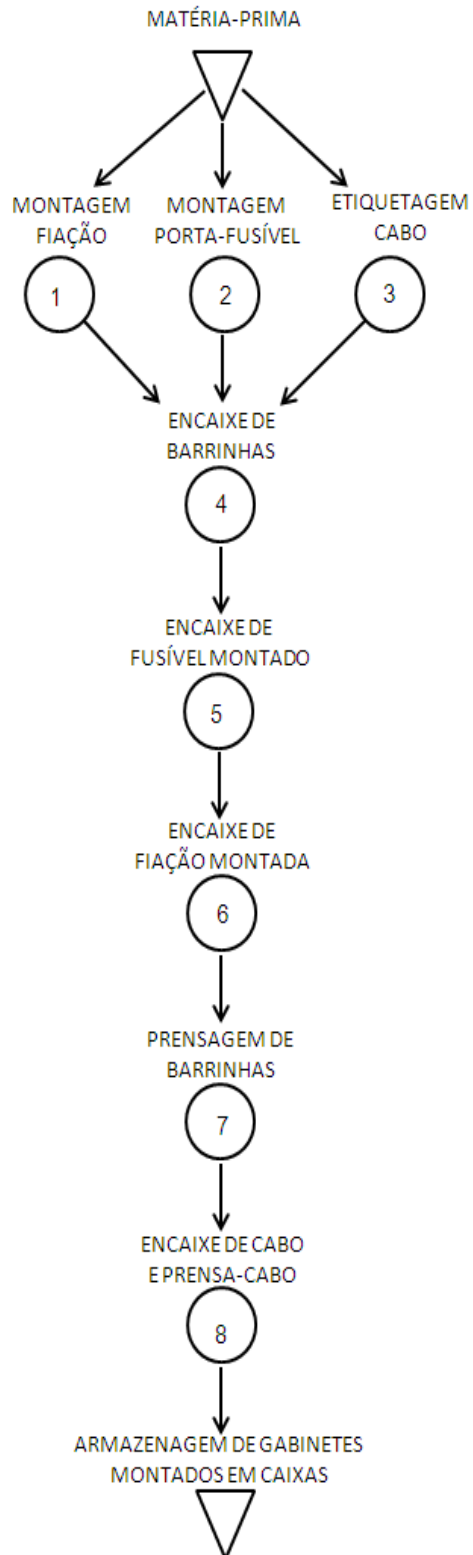
A preparação é caracterizada pelo arranjo físico funcional, que também é chamado de arranjo físico por processo, visto que há uma adequação, da forma mais conveniente, às necessidades dos recursos que serão transformados, procurando favorecê-lo em cada atividade.

A Figura 13 destaca o fluxo de materiais, representando a saída de matéria-prima do estoque e a localização destinada para a execução de cada processo no setor. Para esta observação há exceção no caso da montagem final dos gabinetes e painéis (operações 1, 4, 5, 6, 7 e 8 na montagem de gabinetes e 3, 6, 7, 8, 9 na montagem dos painéis, Figura 11), pois são realizadas de forma contínua, apenas nas linhas de produção, onde a linha 01 da Preparação é utilizada para montagem final de painéis e gabinetes e a linha 02 somente para painéis.

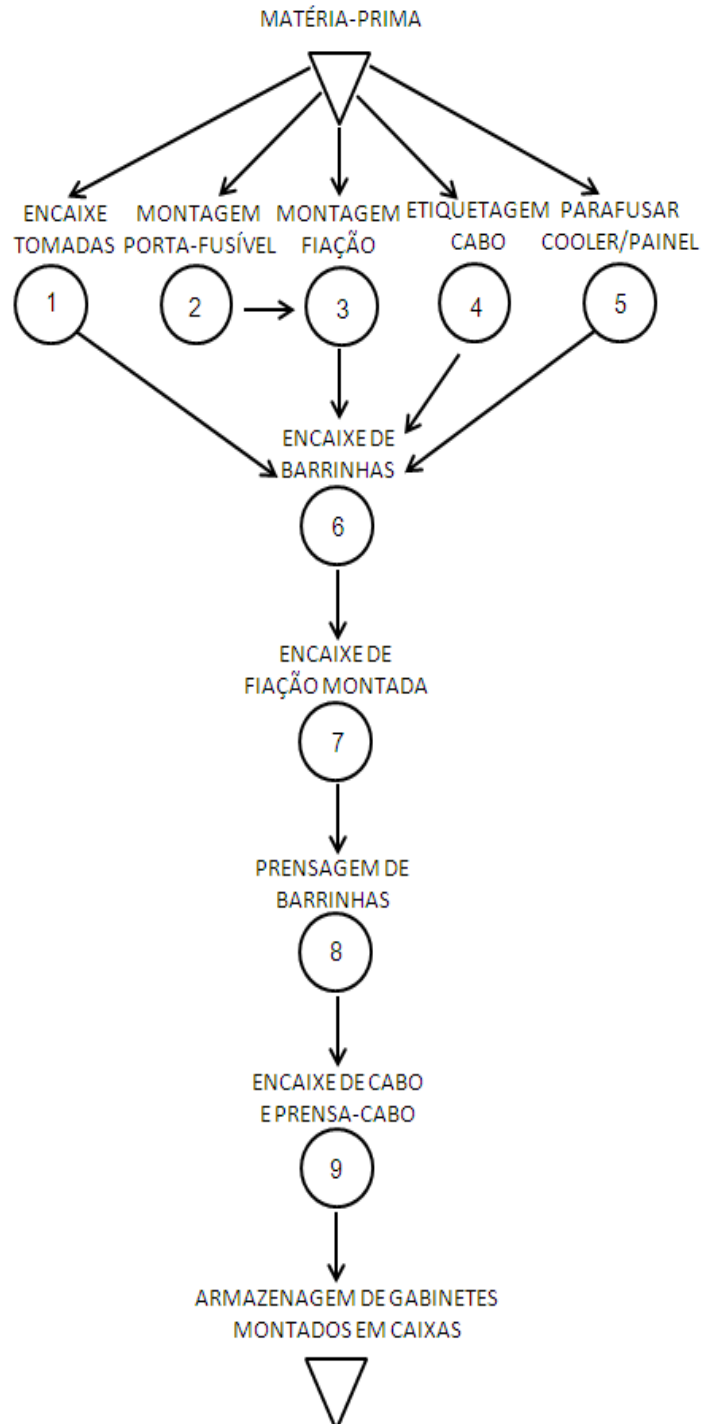
Todas estas características, operações e suboperações, foram levadas em consideração na seleção da família a ser mapeada, processo descrito no item a seguir.

Figura 11 - Mapa do Processo de Montagem de Gabinete e Painel

Montagem de Gabinete

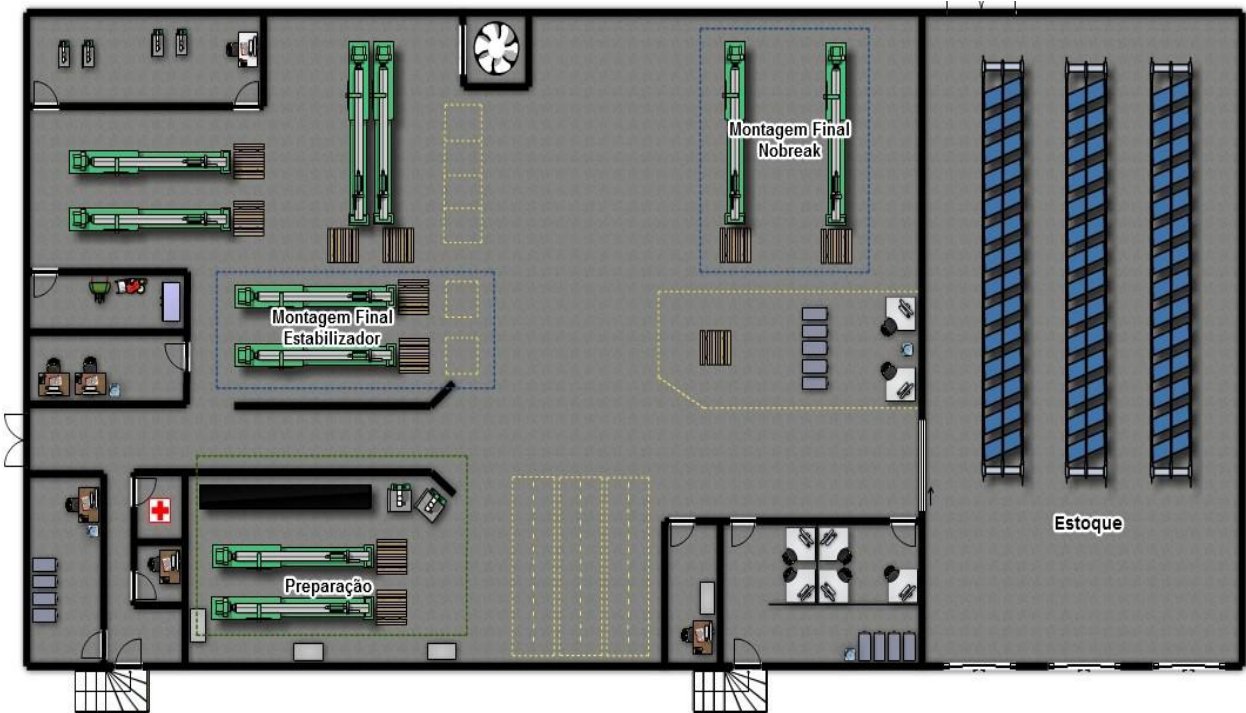


Montagem de Painel



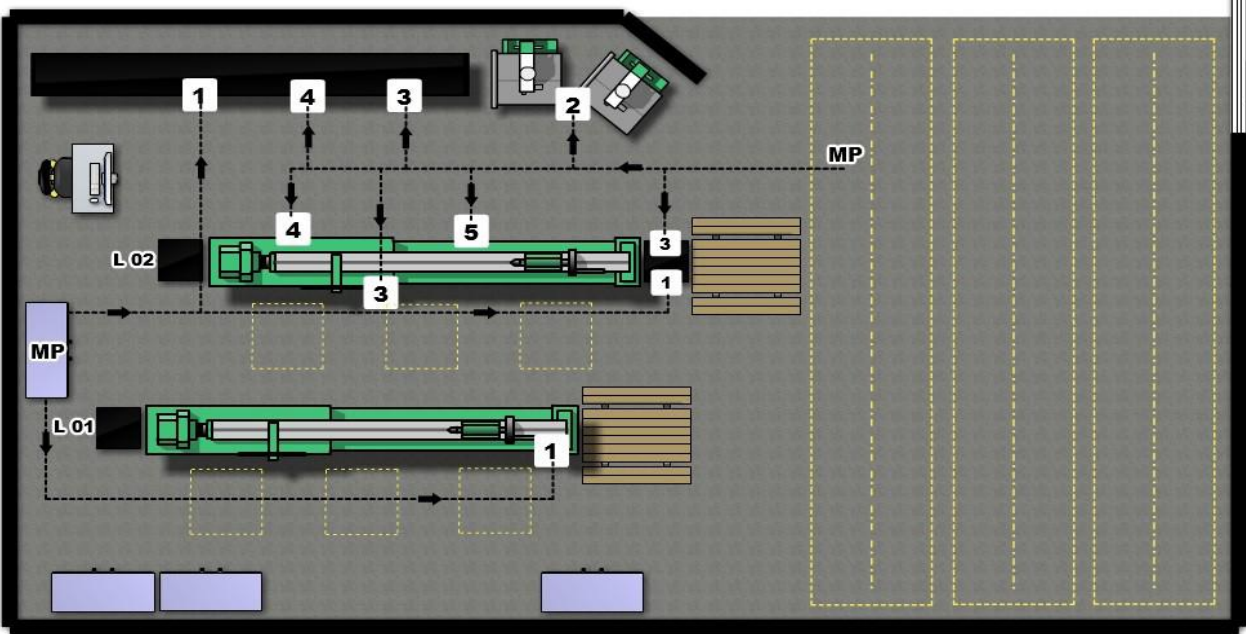
Fonte: Autora

Figura 12 - Layout Atual da Empresa



Fonte: Autora

Figura 13 - Fluxo de Materiais para Suboperações (Preparação)



Fonte: Autora

5.2 Seleção da Família de Produtos

A partir da análise do cenário atual e de acordo com dados sobre o processo, já mencionados, alguns critérios foram evidenciados para definição das famílias, como a flexibilidade e a similaridade entre as operações. Aquelas escolhidas, tanto de gabinetes quanto painéis, como visto, possuem suboperações ou operações em comum.

O Quadro 05 apresenta estes processos (sequenciados na Figura 13) de acordo com cada modelo de gabinete. Existem duas famílias, sendo a primeira (Família 1) composta pelos quatro primeiros modelos da tabela (A, B, C e D) e a segunda (Família 2), formada pelo modelo E e F, sendo este último o escolhido para ser mapeado.

Para a escolha da família de painéis, como a maior parte dos processos é semelhante, com exceções entre os modelos mono e bivolt, outro critério utilizado foi o seu volume de produção, permitindo uma melhor avaliação das etapas envolvidas decorrentes de períodos de produção mais extensos.

Quadro 05 - Modelos e Etapas de Montagem (Gabinetes)

MODELOS E ETAPAS DE MONTAGEM											
		MONTAGEM FUSÍVEL	ETIQUETAGEM CABOS	ENCAIXE DE BARRINHAS	MONTAGEM DE FIAÇÃO	ENCAIXE DE FUSÍVEL	ENCAIXE DE CHAVE	PRENSAGEM DE BARRINHAS	ENCAIXE CABO/PRENSA/ FIAÇÃO	ENCAIXE DE REFORÇO	COLOCAR GABINETE EM CAIXA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MODELO	A	X	X	X		X		X	X		X
	B	X	X	X		X	X	X	X		X
	C	X	X	X		X		X	X		X
	D	X	X	X		X		X	X		X
	E	X	X	X	X	X		X	X	X	X
	F	X		X	X	X		X	X	X	X

Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 4).

Para a definição da família de gabinetes, além dos critérios citados acima, a Família 2, produtos E e F (Quadro05), foi escolhida por utilizar um maior número de operações, sendo mais representativa para a execução do MFV, aumentando o contato com a realidade encontrada a partir de diferentes processos.

Quanto aos modelos de painéis, o Quadro 06 traz todas as etapas de montagem, destacando os modelos da família selecionada para a análise e mapeamento (modelo C²). É possível ainda observar que os modelos apresentados têm as mesmas operações, diferenciando-se apenas quanto à etiquetagem de cabos (operações executadas apenas para os modelos monovolt).

Quadro 06 - Modelos e Etapas de Montagem (Painéis)

		MODELOS E ETAPAS DE MONTAGEM								
		MONTAGEM FUSIVEL	MONTAGEM DE FIAÇÃO	ETIQUETAGEM CABOS	PARAFUSAR PAINEL/ COOLER	ENCAIXE DE TOMADAS	ENCAIXE DE BARRINHAS	ENCAIXE FIAÇÃO MONTADA	PRENSAGEM DE BARRINHAS	ENCAIXE CABO/ PRENSA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
MODELO	A ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	A ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	B ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	C ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	C ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	D ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	D ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	E ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	E ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	F ¹	X	X		X	X	X	X	X	X
	F ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 4).

5.3 Mapa do Estado Atual

5.3.1 Dados do Cliente

Para o início do mapeamento do estado atual é de extrema relevância a coleta de informações pertinentes ao cliente do processo, pois todo o fluxo deverá ser encaminhado visando o seu atendimento. Logo, é preciso que suas exigências fiquem claras em todos os pontos expostos ao MFV, e neste caso, os clientes do processo são as linhas de montagem final de estabilizador e *nobreak*.

Foi realizado um levantamento das quantidades fabricadas de estabilizadores da família em estudo nos últimos seis meses, chegando a uma produção média mensal de 7.000 equipamentos, divididos entre modelos monovolt e bivolt (3.100 peças e 3.900 peças respectivamente). Já para *nobreak*, há uma produção média mensal de 4.100 equipamentos para o modelo estudado (com uma média de 3.000 e 1.100 equipamentos, bi e monovolt respectivamente).

As famílias escolhidas para serem mapeadas representam aproximadamente 9% e 11%, respectivamente, da quantidade média total produzida por mês pelas linhas de montagem final da SMS (cliente do processo), em turnos de produção de oito horas.

Estes números correspondem a uma produção diária de 1.500 peças dos modelos E e F (estabilizador), e 720 peças dos modelos C¹ e C² (*nobreak*), em paletes com 720 peças para o primeiro caso e 400 peças para o segundo, com uma demanda controlada pela sequência estabelecida pelo setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP).

5.3.2 Tempo de ciclo (TC) e tempo de troca (TR)

Em relação à montagem do mapa do estado atual foi preciso definir o tempo padrão necessário para as atividades. No que se refere à sua cronometragem, em alguns casos, foi possível dividi-las em elementos de operações, já em outros, por se tratar de movimentos executados rapidamente, em um pequeno intervalo, por conveniência, optou-se pela cronometragem da operação.

A Figura 14 apresenta um modelo da planilha utilizada na cronometragem. Observou-se durante seu preenchimento que para algumas atividades não há um método definido a ser seguido, sendo executadas sem uma sequência pré-estabelecida.

Figura 14 - Planilha para Coleta de Tempos de Processo

				ELEMENTOS						
ELEMENTOS ESTRANHOS				Nº	1	2	3	4	5	
A					1					
B					2					
C					3					
D					4					
E					5					
F					6					
HAB		ESF			7					
SUP	A1	EXCES.	A1	9						
	A2		A2	10						
ÓTIMA	B1	ÓTIMO	B1	11						
	B2		B2	12						
BOA	C1	BOM	C1	13						
	C2		C2	14						
MÉDIA	D	MÉDIO	D	15						
				16						
REGULAR	E1	REGULAR	E1	17						
	E2		E2	18						
FRACA	F1	FRACO	F1	19						
	F2		F2	20						
COND		ESTABIL								TOTAL TEMPO
IDEAIS	A	IDEAIS	A							Nº DE OBS
OTIMAS	B	OTIMAS	B							TEMPO MÉDIO
BOAS	C	BOAS	C							FATOR EFIC
MÉDIAS	D	MÉDIAS	D							TEMPO NORMAL
REGULARES	E	REGULARES	E							% FADIGA + TOL
MÁS**	F	MÁS	F							% TROCA E AJUST FER
COMEÇO	FIM	TEMPO								T. NORMAL + TOL
										FREQUENCIA
										TEMPO PADRÃO

Fonte: Autora, notas de aula (GABILLAUD, 14/10/2013)

Foi coletada uma média de 60 amostras para cada operação e, buscando reduzir o desvio padrão, foi feita uma normalização dos tempos com aqueles que apresentaram uma maior variação, tanto para mais quanto para menos. Em seguida, obteve-se o número de amostras total e o tempo médio de cada operação ou elemento (Apêndice A).

A definição do tempo padrão também exige que outros pontos sejam observados, como mostrado no Quadro 03 (Fatores Relacionados à Eficiência). As condições do ambiente de trabalho, dos equipamentos e materiais utilizados no processo também foram levadas em consideração. A partir destes critérios foi definido este fator para as operações em estudo, com base em dados tabelados (Quadro 03). A Figura 15 exemplifica estes cálculos; os demais seguem no Apêndice A.

Figura 15 - Cálculo do Tempo Padrão

ETIQUETAGEM DE CABO	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	646
N° DE OBS	97
TEMPO MÉDIO	6,7
FATOR EFIC	1,02
TEMPO NORMAL	6,8
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	7,1
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	7,1

ENCAIXE FUSÍVEL MONTADO	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	278
N° DE OBS	78
TEMPO MÉDIO	3,6
FATOR EFIC	0,87
TEMPO NORMAL	3,1
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	3,2
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	3,2

Fonte: Autora

Este processo de cronometragem para os tempos de ciclo foi realizado com operadores que possuem habilidades classificadas como médias, não apresentando inexperiência ou extrema agilidade na atividade executada. A seleção deste operador foi feita em conjunto com os responsáveis pelo setor, indicando aqueles com as características necessárias para o atendimento do objetivo deste estudo.

As últimas definições realizadas são referentes ao percentual de fadiga e à troca de ferramenta. No primeiro caso, dados do Quadro 04, do item 3.6 deste trabalho foram utilizados, com observações relacionadas à monotonia da atividade, nível de iluminação e ruído no ambiente e a posição exigida para a execução da operação. Não houve registro de tempo de troca para as famílias estudadas, portanto não há referência para este item no mapa.

5.3.3 Número de operadores

O número de operadores utilizados em cada atividade é informado no Mapa do Estado Atual (Figura 16 e 17), nas caixas de processo. Ressalta-se que não há um número padrão para a execução de algumas, como as operações 2, 3 e 8 na montagem de gabinetes, e 1, 2, 4, 5 e 9 na montagem de painéis traseiros (Figura 11).

Somente as operações 1 e 7 na montagem dos gabinetes e 3 e 8 no processo de montagem de painéis traseiros, seguem um número fixo de operadores, pois são realizadas em uma máquina que necessita de apenas um operador. As demais foram observadas, em sua maioria, com os valores registrados no mapa.

5.3.4 Fluxo de informações e materiais no estado atual

Os ícones “setas largas” e “caminhões” representam o início e fim do fluxo de materiais, nas duas extremidades dos mapas (Figuras 16 e 17), tanto para o cliente (lado direito), quanto para os principais fornecedores do processo (lado esquerdo), com quantidades e número de movimentações necessárias para trabalhar no período especificado (um turno de 8 horas).

Em relação à localização dos fornecedores mostrados no mapa do estado atual (Figura 16), no caso dos gabinetes traseiros, são produzidos ao lado da unidade em estudo. Suas entregas são feitas através de *kanban*, em horários e quantidades estabelecidas. Já os painéis metálicos são comprados de um fornecedor no interior de São Paulo, entregues semanalmente.

O fluxo de informações está da direita para a esquerda no mapa, representando a saída de informações do cliente (SMS), para o setor de PCP e então para o fornecedor. O PCP recebe mensalmente uma previsão com a produção mensal da unidade e de acordo com o *mix* planejado, faz o seu sequenciamento e distribui as ordens de produção para os setores envolvidos.

Vale ressaltar que a empresa utiliza um sistema eletrônico (MRP) para controle das necessidades de materiais (pedidos, efetivação de compras, controle de nível de estoques e outros), e a execução das operações na montagem dos gabinetes e painéis traseiros (assim como em todos os outros setores da unidade) são empurradas por ordens de produção individuais, gerando um alto volume e circulação de material impresso, já que para cada produção, há uma ou mais ordens com datas e quantidades estabelecidas no sistema.

A liberação destas ordens de produção para os setores de montagem, é realizada de acordo com o plano de produção que é definido mensalmente pelo PCP. Quanto à divulgação deste, não foi observado nenhum meio exposto no setor que informe a programação diária, semanal ou mensal. Esta informação está acessível, de forma restrita, ao responsável pelo setor, por meio digital.

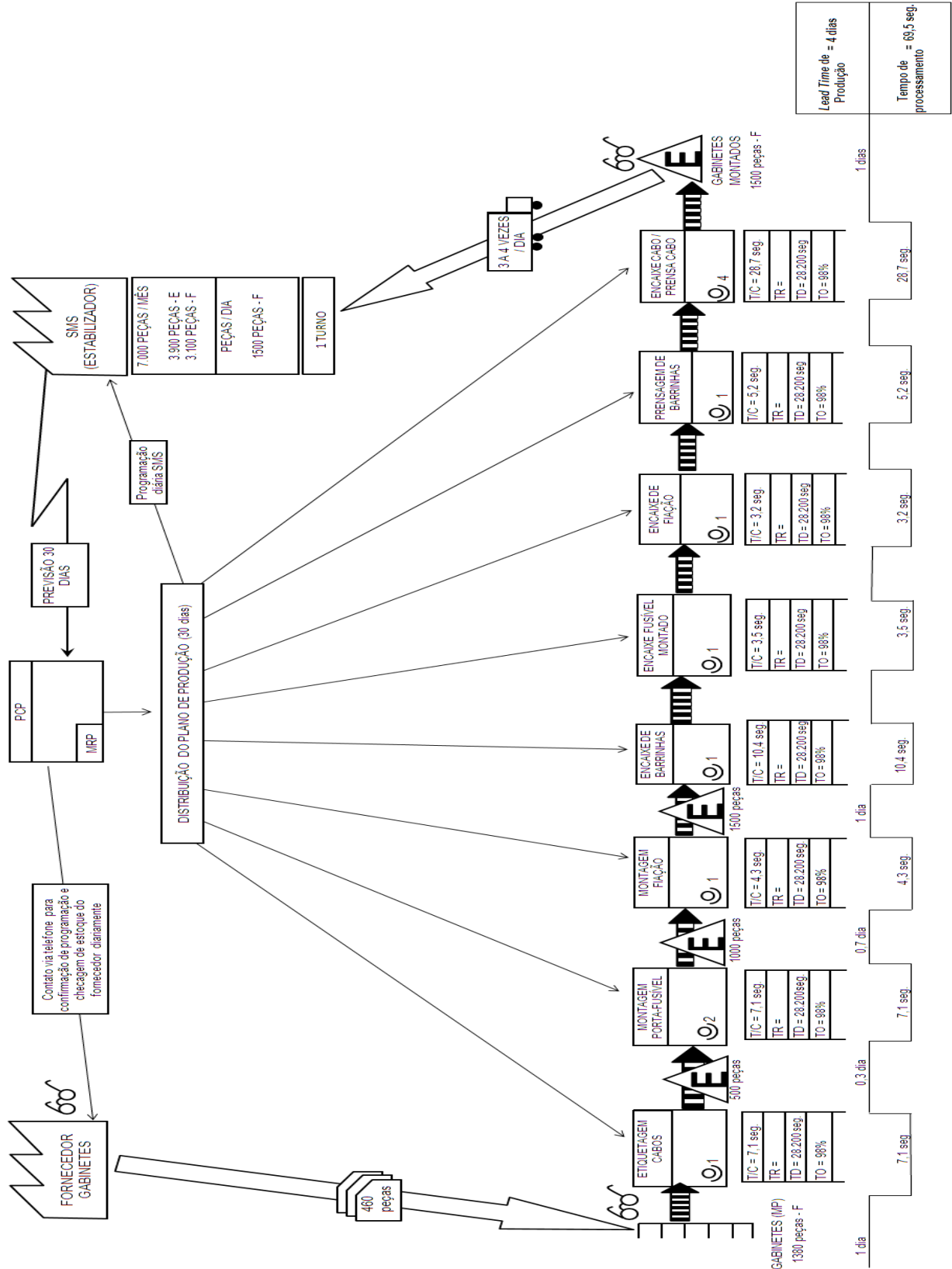
Ainda em relação à programação, em alguns momentos foi possível notar a necessidade de verificação em termos quantitativos, de gabinetes e painéis traseiros montados e das matérias-primas principais que foram mapeadas (painéis metálicos e gabinetes) a fim de poder elaborar uma sequência de produção para as linhas de montagem final de estabilizador e *nobreak* (representado com o ícone “óculos” no mapa), isso retorna à ideia de baixa confiança no processo desenvolvido.

5.3.5 *Lead time* e tempo de processamento

A linha na parte inferior dos mapas (Figuras 16, 17) informa o resultado do mapeamento do estado atual no setor de Preparação: o *lead time* de cada operação e o tempo de processamento. No estado atual, foi verificado um *lead time* total de produção de 9,7 dias e 69,5 segundos como tempo de processamento total para os gabinetes. Já para os painéis, foi registrado 9,35 dias de *lead time* e 118 segundos de processamento.

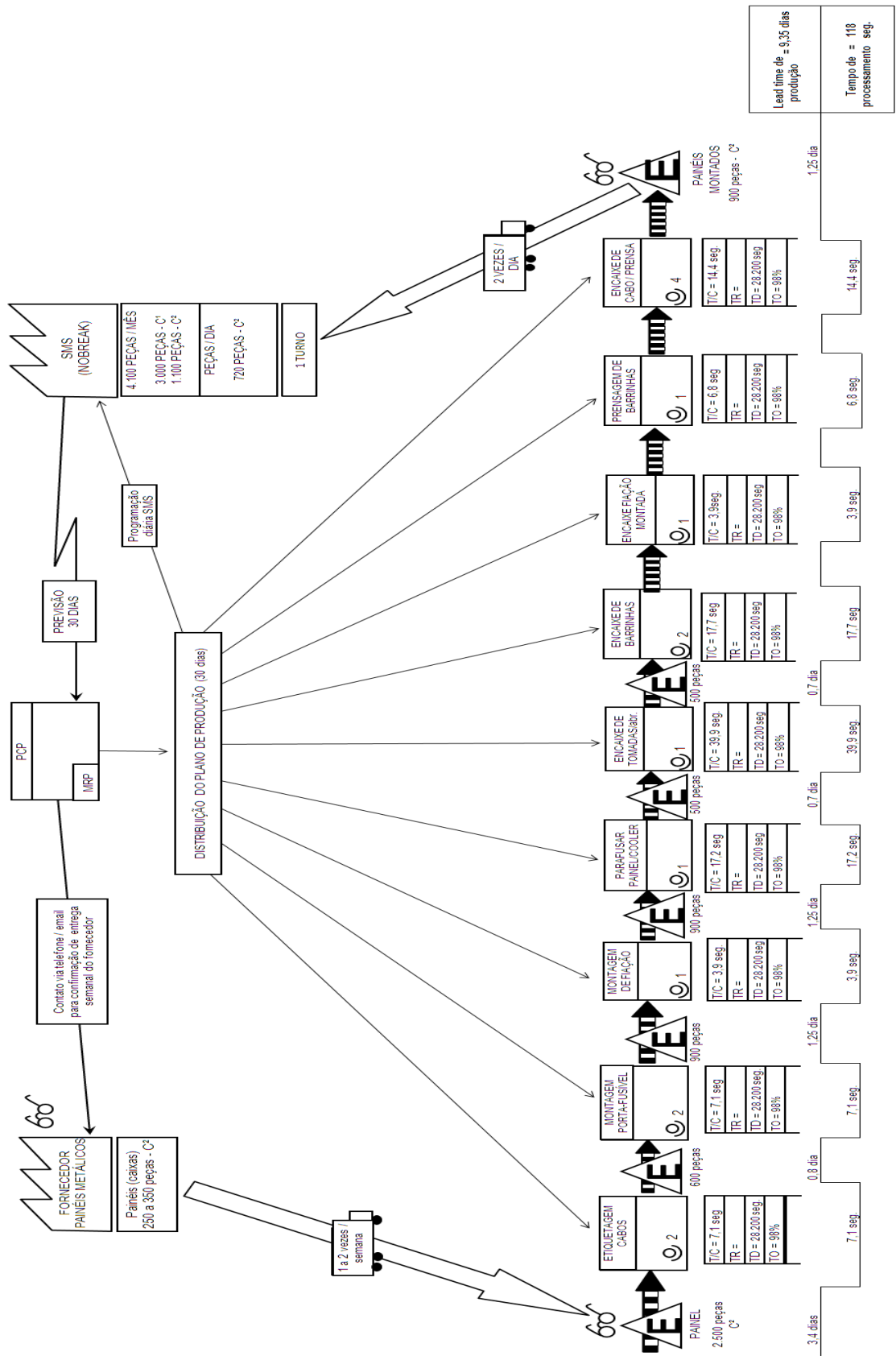
Nota-se que os principais causadores dos altos números referentes a *lead time* são as primeiras operações (chamadas de suboperações), geradoras de estoques em processos (WIP). Também merece destaque o tempo derivado da quantidade de painéis montados em estoque, ou aguardando serem consumidos, muitas vezes resultantes da falta ou alterações de uma programação definida.

Figura 16 - Mapa de Estado Atual (Gabinete Traseiro)



Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 28-29).

Figura 17 - Mapa do Estado Atual (Painel Traseiro)



Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 28-29).

5.3.6 Identificação dos desperdícios

Segundo o Sistema Toyota de Produção, sete tipos de desperdícios podem ser encontrados: superprodução, espera, transporte, movimentação, produtos defeituosos, processamento e estoques. Porém, no desenvolvimento deste estudo, os tipos predominantes encontrados, seguem descritos abaixo.

5.3.6.1 superprodução

Foi possível observar que parte significativa dos desperdícios por superprodução detectados (1.500 gabinetes montados e 900 painéis traseiros, Figuras 16 e 17), deriva das operações desbalanceadas, sem uma sincronia estabelecida, associando-se aos fluxos empurrados encontrados (representado pelas setas listradas, Figuras 16 e 17), também apresentando forte relação com as ordens de produção utilizadas para nortear suas respectivas áreas, ao invés da real necessidade do cliente do processo.

5.3.6.2 espera

Estes desperdícios também estão diretamente ligados a falta do balanceamento dos tempos envolvidos nos processos. Isso é apresentado no mapa do estado atual (Figuras 16 e 17), com operações que podem gerar esperas de até 1, 25 dia, decorrentes da ausência de um fluxo contínuo entre as mesmas.

5.3.6.3 movimentação e transporte

Ao percorrer o fluxo de valor, foi observada a falta de um padrão, tanto para o seqüenciamento das operações como para o local de realização das mesmas, como apresentado na Figura 13. Nota-se uma grande movimentação de material ou produtos já montados, tanto pelos responsáveis pelo abastecimento da área bem como pelo próprio operador, com diversos lugares utilizados para uma mesma operação e até mesmo de forma simultânea (Figura 13).

5.3.6.4 estoque

Está representado pelo ícone “triângulo” nas Figuras 16 e 17, gerado por pontos onde não há um fluxo contínuo do material, decorrente do desbalanceamento entre os processos. O mapeamento do estado atual (Figuras 16 e 17) apresenta as operações que ocasionam este tipo de perda e suas respectivas quantidades (podendo chegar a 1.500 peças a depender da operação e da família mapeada).

5.4 Mapa do Estado Futuro

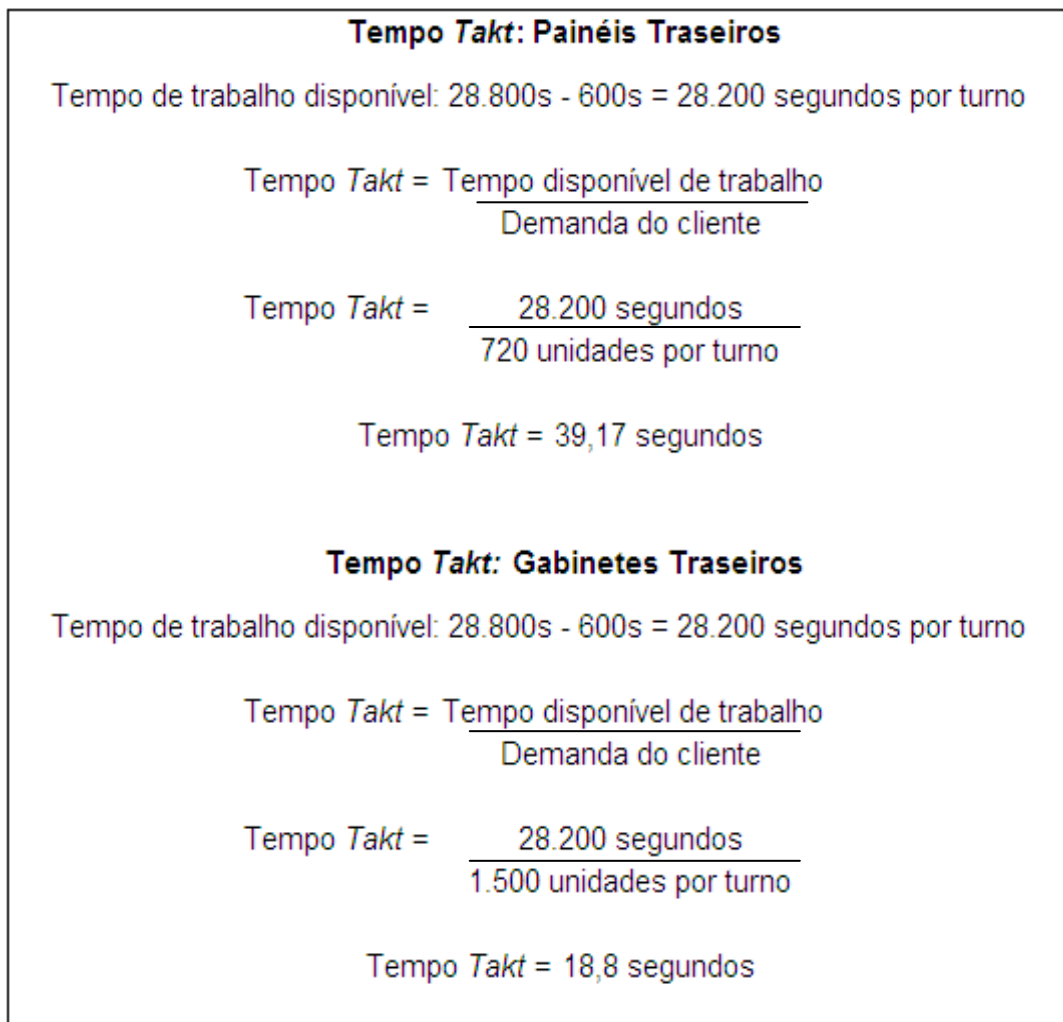
Nesta etapa foram detalhadas sugestões de ações necessárias para redução dos desperdícios detectados com a aplicação do mapa do estado atual, sincronizando as operações executadas com a implementação de um fluxo contínuo, através do estabelecimento do tempo *takt*, supermercados de produção, incremento *picth*, balanceamento dos operadores e alteração do *layout*.

5.4.1 Tempo *takt*

A construção de uma visão para o estado futuro começa com a definição do tempo *takt*. Ele determinará a frequência que uma peça deverá ser produzida dentro do tempo disponível para um turno de trabalho, neste caso, 28.200 segundos (1 turno com 8 horas diárias, subtraindo 10 minutos referentes à parada para ginástica laboral), demonstrado na Figura 18:

É preciso que, neste momento, todos os processos sejam analisados detalhadamente, acompanhando impossibilidades no atendimento deste ritmo. Para as operações em estudo, a montagem de fiação, tanto para os painéis quanto para gabinetes, isso poderia gerar algum tipo de atraso (retrabalho, por exemplo), devido a problemas na máquina utilizada. O item seguinte sugere uma forma de reduzir este impacto.

Figura 18 - Tempo Takt



Fonte: Autora

5.4.2 Supermercados e *pitch* de produção

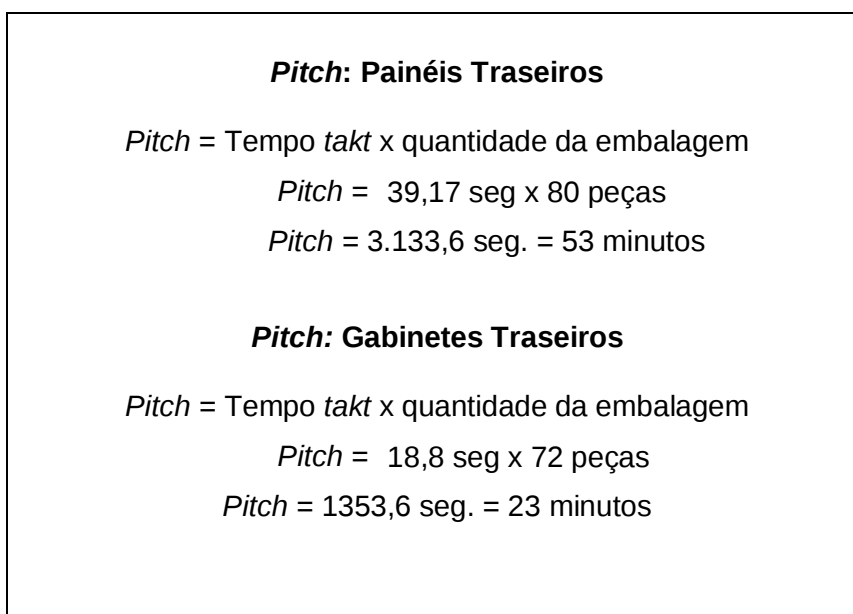
Visando evitar que quebras de máquinas, alterações de programação, paradas não programadas para manutenção, falta de matéria-prima ou algum outro problema seja um ponto de bloqueio para a implementação do fluxo contínuo no processo, é indicada a produção para abastecimento de um supermercado.

A atividade de montagem de fiação deverá ser realizada desta forma, buscando atender tanto a produção de gabinetes quanto de painéis. Inicialmente, será preciso definir o valor do incremento *pitch*. Este número tornará a produção e

retiradas do cliente compassadas, permitindo visualizar problemas e corrigi-los mais rapidamente.

Assim, para calculá-lo, foram consideradas retiradas de 72 gabinetes (equivalentes a 4 caixas) pelo cliente do processo (linhas de montagem final), e 80 painéis (4 caixas). Os cálculos seguem na Figura 19, e o seu resultado informa em quanto tempo deverá ser retirado e produzido material para o supermercado.

Figura 19 - *Pitch*



Fonte: Autora

Neste caso, a montagem dos gabinetes e painéis será o processo cliente. Ele deverá retirar no supermercado de fiações a cada incremento *pitch*, ou seja, para os gabinetes traseiros, por exemplo, haverá uma retirada de 72 fiações a cada 23 minutos, bem como sua produção no processo fornecedor e reabastecimento do supermercado.

Outro ponto que deverá ser instalado um supermercado será a entrega de painéis metálicos (representado pelo primeiro estoque, no mapa do estado atual, Figura 17), com o intuito de evitar grandes estoques de matéria-prima parada no setor, em espera, as entregas deverão acontecer de acordo com o incremento *pitch* calculado.

A fim de auxiliar no controle deste reabastecimento, poderá ser utilizado um quadro *kanban*, que informará, através da movimentação de cartões feita por um operador, qual a sequência a ser seguida para a produção e o abastecimento dos

modelos, substituindo ordens de produção que tornam este processo independente dos demais e reduzindo os níveis de estoque.

Ressalta-se que a construção do supermercado poderá ser vista como algo temporário. As falhas que impedem o estabelecimento de um fluxo contínuo neste ponto deverão ser tratadas, para que o nível de confiabilidade desta operação cresça, não havendo mais necessidade de manuseio. Nas operações em que não há essa necessidade, o fluxo contínuo deverá ser praticado, como descrito a seguir.

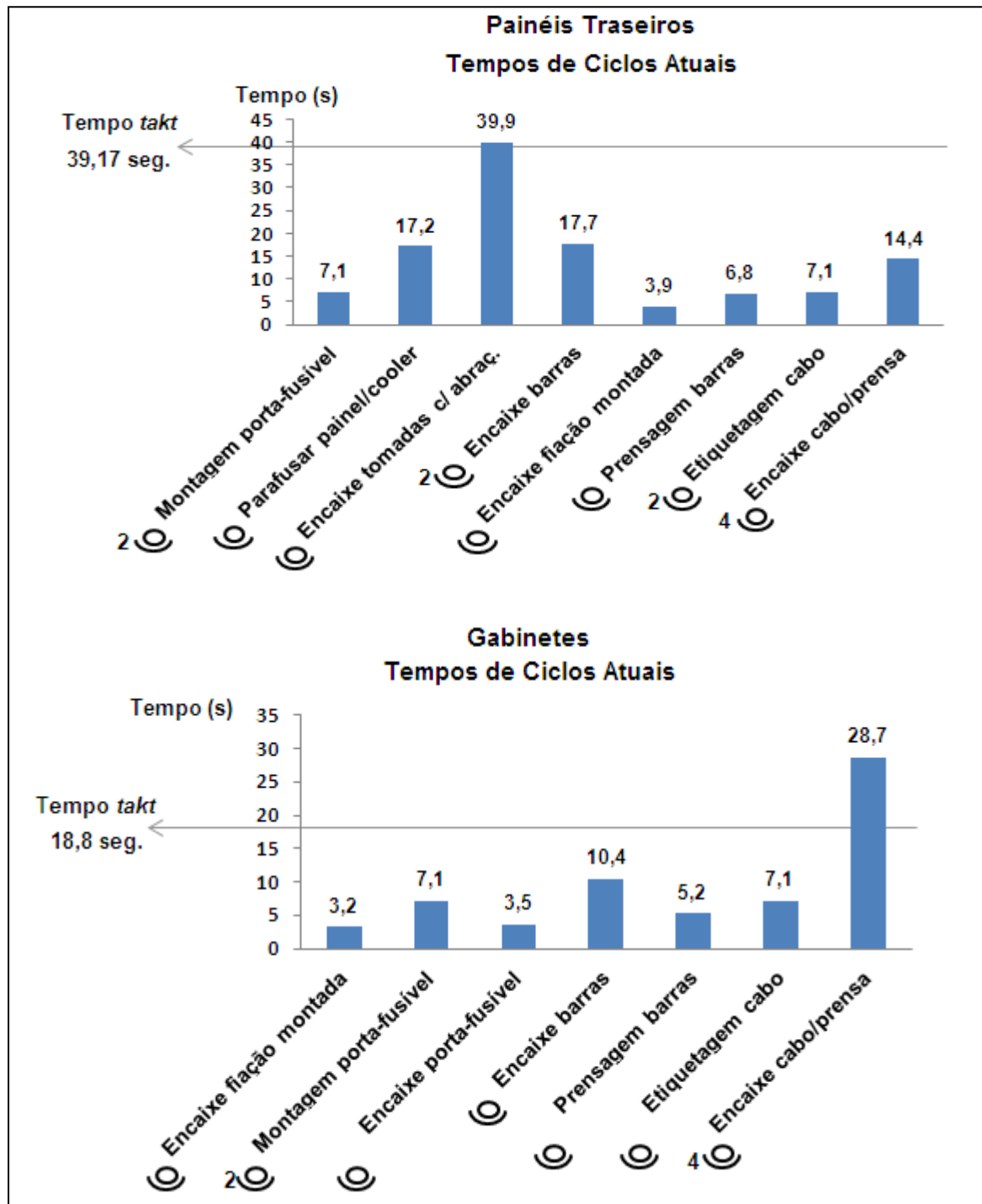
5.4.3 Fluxo contínuo

Um dos maiores problemas observados com a descrição do mapa do estado atual foi a ausência de um fluxo ordenado entre as operações executadas no setor; conseqüentemente, desperdícios como espera, superprodução e estoque são gerados.

Para reduzir estes desperdícios, será preciso tornar este fluxo contínuo em todos os pontos possíveis, neste caso, com exceção da montagem de fiação, como citado acima. A primeira consideração a ser feita é quanto ao tempo de ciclo necessário para cada atividade e o número de operadores suficientes para manter o processo contínuo.

O Gráfico 01 apresenta o balanceamento do operador, com as operações para montagem dos gabinetes e painéis traseiros, de acordo com o tempo de ciclo de cada uma, tendo como referência o tempo *takt* do processo. Para processos mais enxutos, estes tempos (tempo de ciclo e tempo *takt*) precisam estar o mais próximo possível um do outro.

Gráfico 01 - Balanceamento do Operador

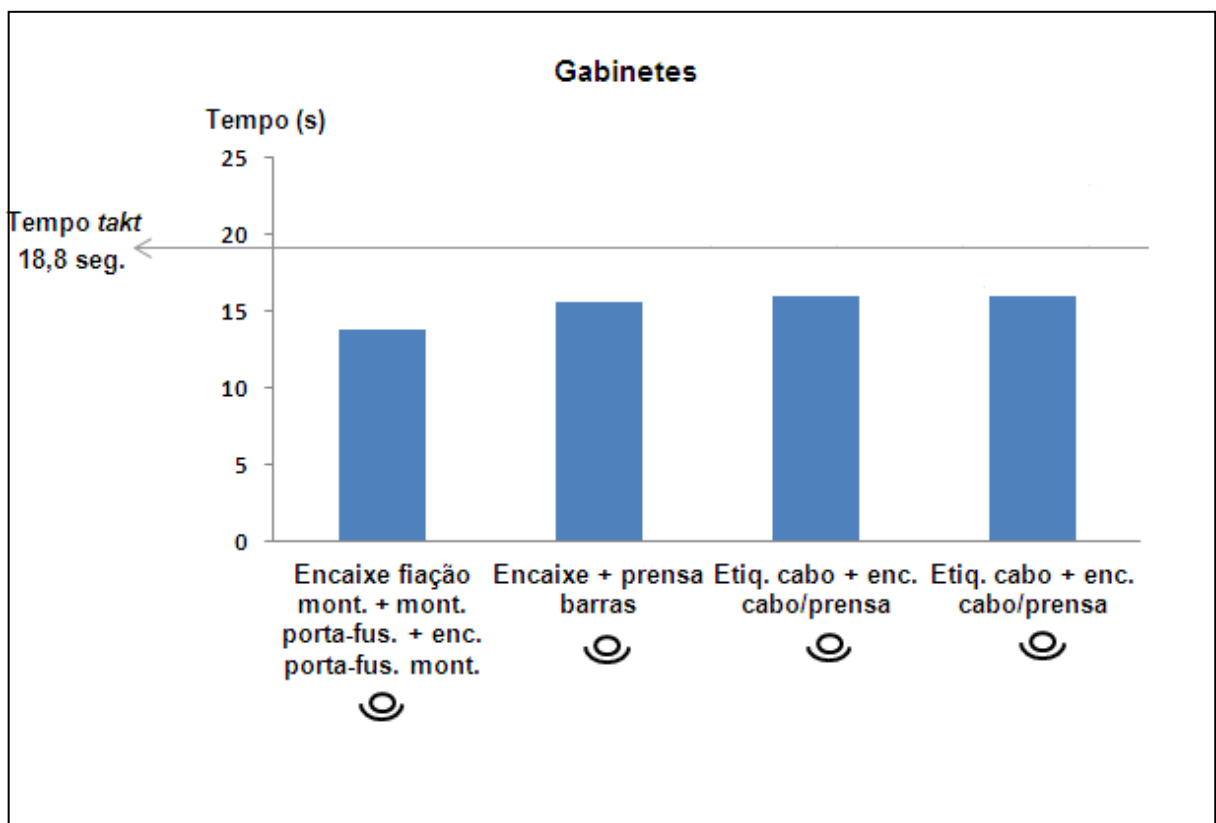


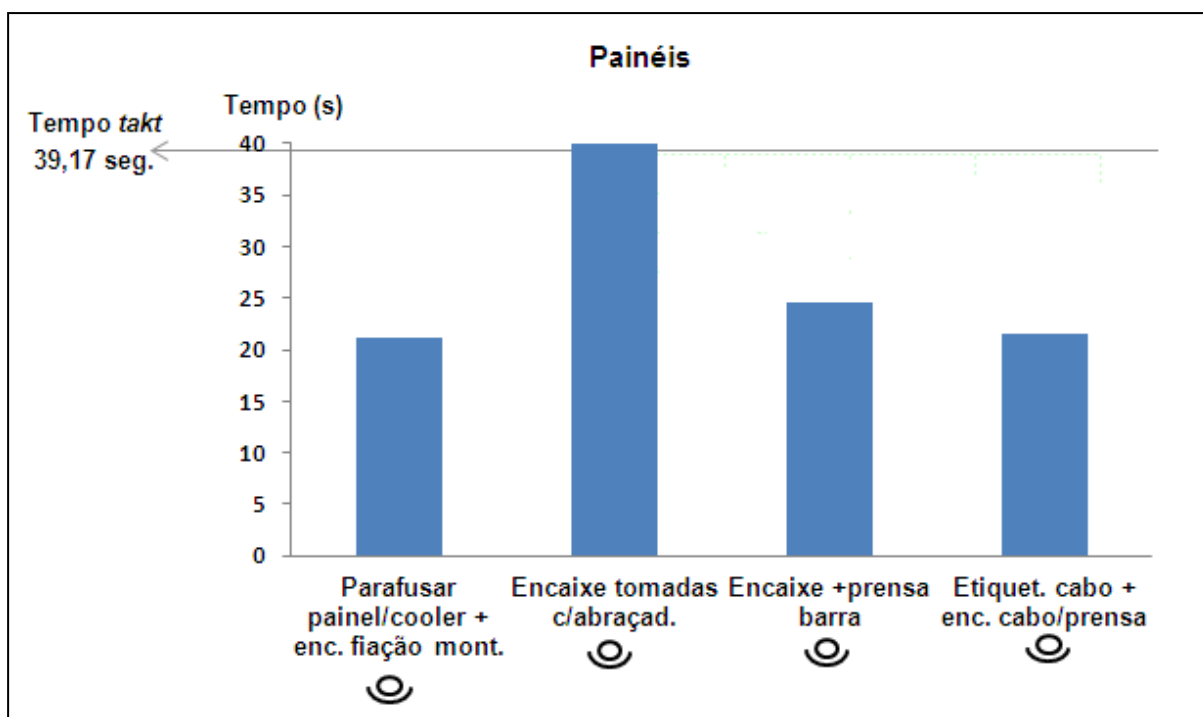
Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2008, p.32)

A primeira operação que aparece no Gráfico 1 (montagem de porta-fusível), no processo de montagem de painéis, o qual é um produto para a operação montagem da fiação, portanto, poderá ficar junto a ela, produzindo de acordo com a necessidade do supermercado estabelecido anteriormente.

O Gráfico 02 apresenta uma distribuição dessas atividades, reduzindo o número de operadores, e atendendo o tempo *takt*. Este nivelamento auxilia no posicionamento para que as operações fiquem próximas umas das outras, favorecendo ao *layout* celular, como será mostrado no próximo item.

Gráfico 02 - Balanceamento do Operador - Distribuição das Atividades





Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2008, p.32)

5.4.4 Alteração de *layout*

Com as cargas dos operadores distribuídas, será possível estabelecer um novo *layout*. É indicado realizar um *kaizen* de processo nesta etapa, para que melhorias sejam realizadas (relacionadas a trocas e instalações de ferramenta, locais para matéria-prima e outras) conforme a nova distribuição de atividades, favorecendo as possíveis mudanças no arranjo físico.

Como apresentado na Figura 13 (item 5.1.2), algumas atividades são realizadas em pontos aleatórios no setor; já com a instalação de uma célula, será obtido um fluxo contínuo entre as operações, onde cada peça depois de produzida será passada para a etapa seguinte, acabando com o estoque entre processos (WIP), reduzindo esperas e movimentações. A Figura 20 mostra este *layout* celular.

Na sequência, as Figuras 21 e 22, trazem o mapa do estado futuro, elaborados com base nas informações aqui apresentadas. Destaca-se a redução obtida no *lead time* para os dois produtos, salientando a possibilidade de ganhos maiores, em especial na minimização dos desperdícios, à medida que uma confiança maior em todo o processo for obtida, alinhada a programações voltadas ao tempo *takt*.

Figura 20 - Layout Celular

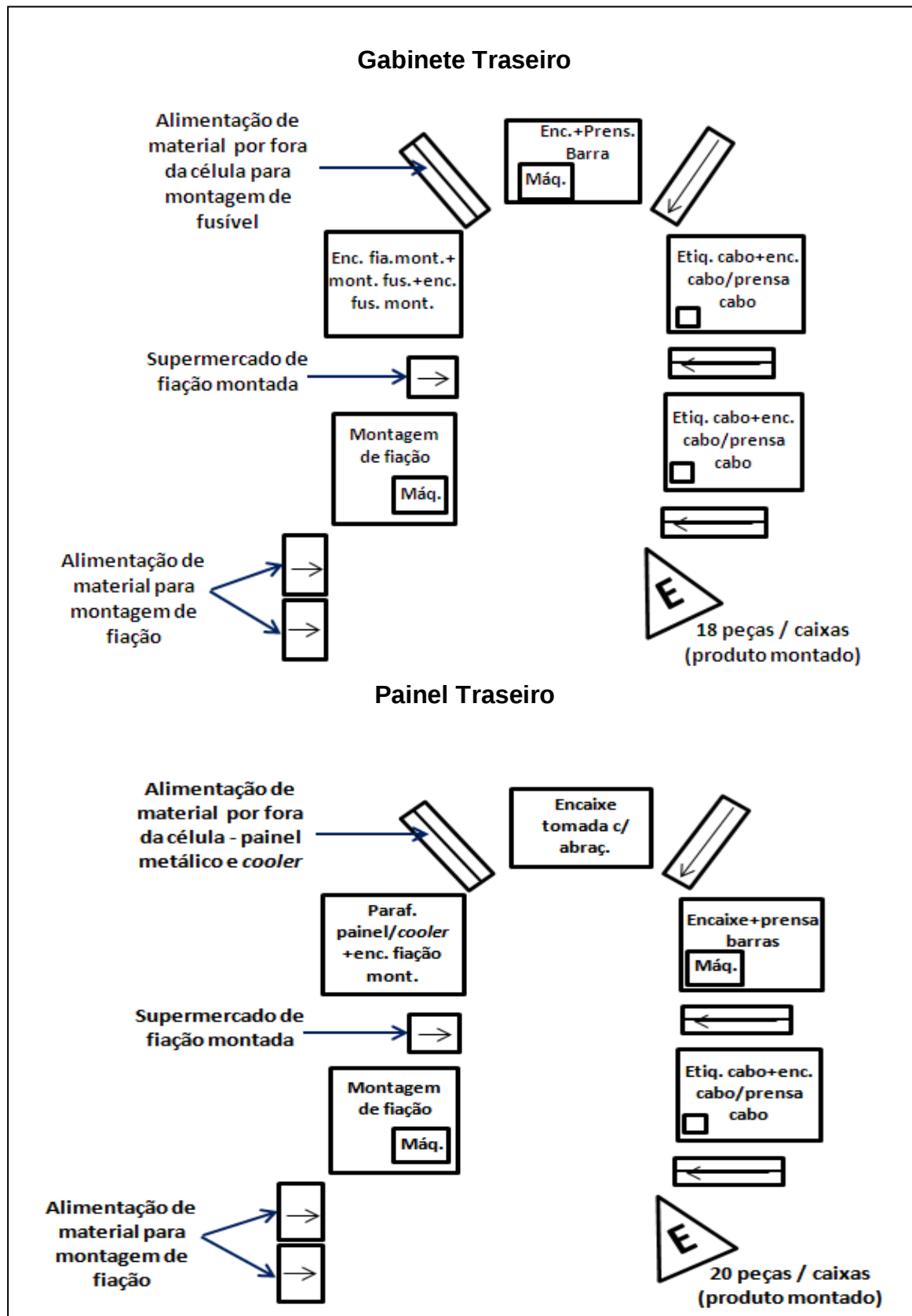
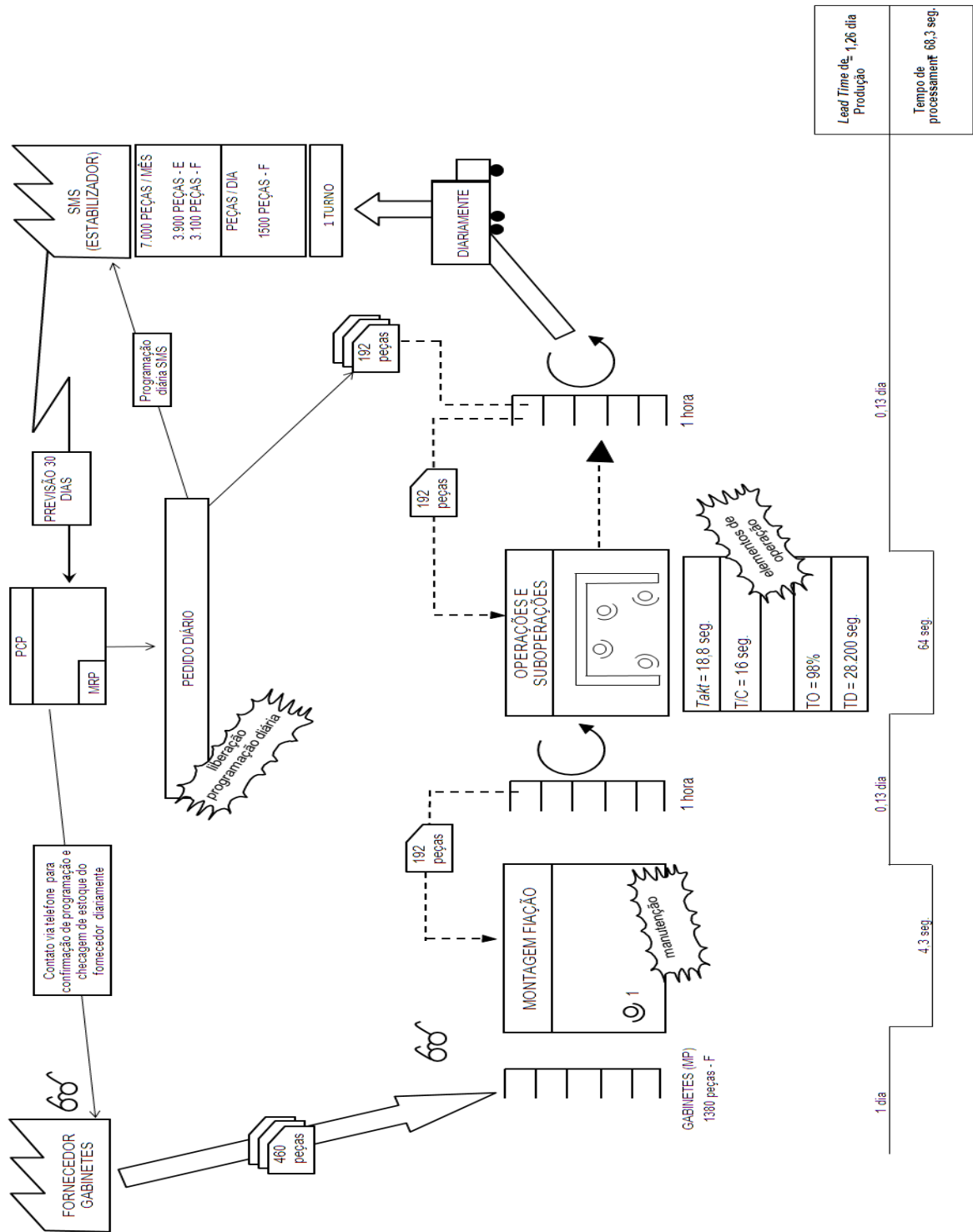
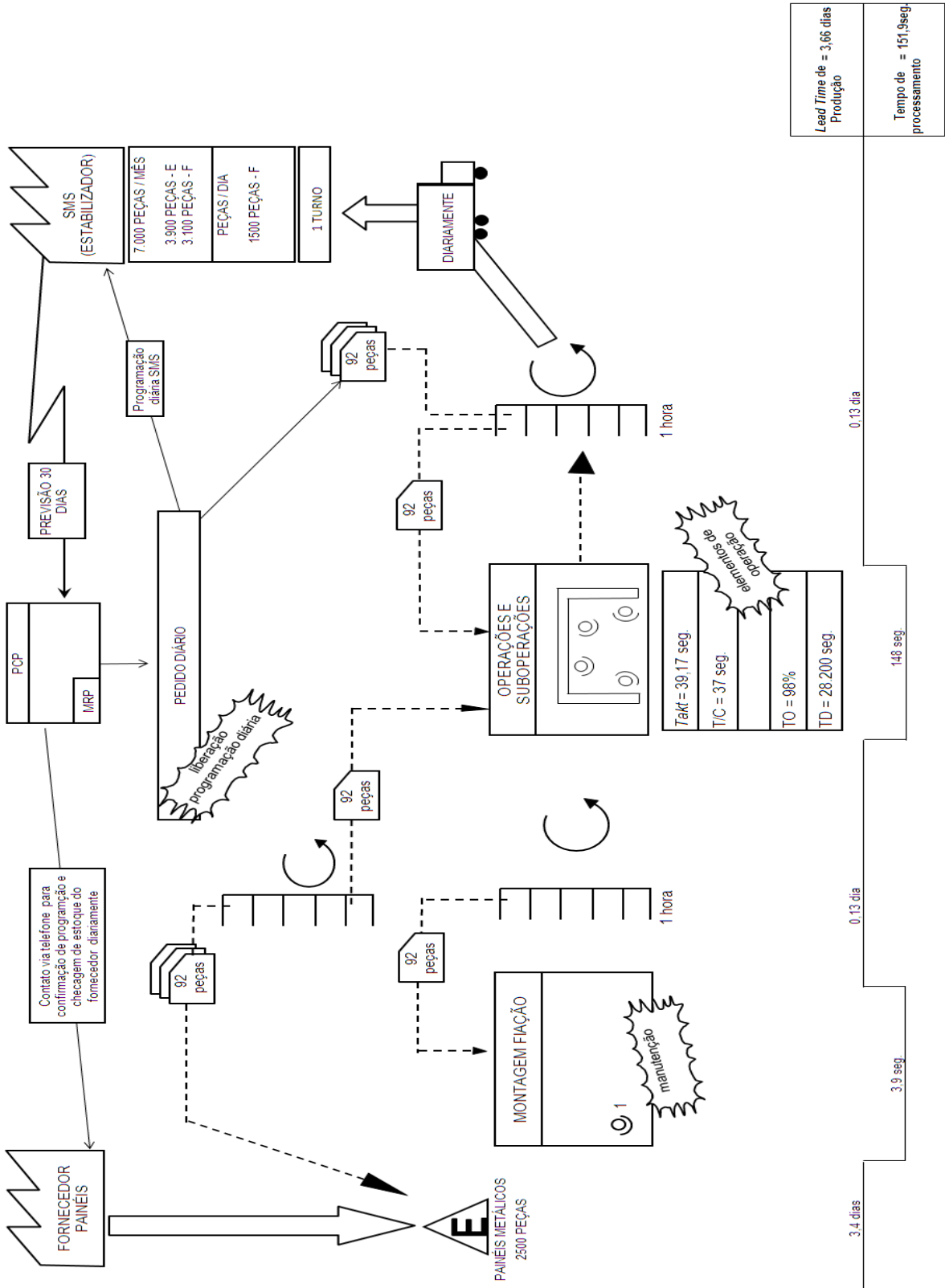


Figura 21 - Mapa do Estudo Futuro (Gabinete Traseiro)



Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 70-71)

Figura 22 - Mapa do Estado Futuro (Painel Traseiro)



Fonte: Adaptado pela autora, Rother e Shook (2012, p. 70-71)

6 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu visualizar a aplicabilidade do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) na indústria, utilizando-o como ferramenta para a detecção das perdas existentes nos processos e como meio para identificação dos pontos responsáveis por sua origem.

Com a utilização do MFV, foi possível enxergar todo o fluxo de informações e materiais, e relacioná-los aos desperdícios apresentados pelo Sistema Toyota de Produção, com predomínio das perdas por superprodução, estoque, movimentação, transporte e espera.

A partir do mapa do estado atual, detectou-se um fluxo desordenado, responsável pelo *lead time* de 4 dias, reduzido a 1,26, para a família de gabinetes e de 9,7 dias para 3,65 no caso dos painéis traseiros, segundo as sugestões de alterações com o mapa do estado futuro.

A busca pela implementação de um fluxo contínuo, com o uso de conceitos como tempo *takt* incremento *pitch*, *kanban*, e a sugestão de alteração do *layout* atual do setor estudado, deixam em destaque as possibilidades de ganhos com a transição de meios de produção tradicionais para um sistema enxuto.

Foi possível observar que a introdução de um fluxo puxado vai além da aplicação e análise de um processo em si. Desenvolvê-lo em um novo ambiente trata-se de uma questão cultural. Os sistemas enxutos exigem que toda a equipe caminhe para o atendimento de um objetivo, e não apenas um grupo isolado, com mudanças visíveis envolvendo ações e pensamentos de todos.

Nota-se também a necessidade de uma maior interação entre os setores para que processos enxutos e confiáveis sejam alcançados, sem espaço para excessos ou perdas, exigindo grande participação do setor de planejamento e controle de produção como elo no atendimento *just-in-time*.

A fim de que todas essas ferramentas sejam executadas é preciso primeiramente trabalhar a mentalidade encontrada atualmente na empresa, pois se trata de um extenso processo de mudanças, em que todos se tornam responsáveis pelos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

AQUILANO, Nicholas T. **Administração da Produção para a Vantagem Competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e Tempos: Projeto e Medida do Trabalho**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G. **Just in Time, MRP e OPT**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

CORRÊA, Carlos A., CORRÊA, Henrique L. **Administração de Produção e Operações. Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. Porto Alegre: Bookman. 2008.

ELIAS, Sérgio, OLIVEIRA, Mauro, TUBINO, Dálvio. Mapeamento do Fluxo de Valor: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Gesso. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/5.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2013.

GABILLAUD, André M. **Estudo de Tempos e Métodos: Cálculo do Tempo Padrão**. Aracaju: FANESE, 14/10/2013. Aula ministrada aos alunos do curso de Engenharia de Produção.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas 2002.

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

LUZ, Águida, BUIAR, Denise. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Uma Ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARCONI, Marina de A., LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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

MOREIRA, Daniel A., **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2008.

NIEBEL, B. W. **Motion and Time Study**. 6. ed. Homewood, Ill.:Richard D. Irwin, 1976.

RITZMAN, L., KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Prentice Hall. 2008.

ROTHER, Mike, HARRIS, Rick. **Criando o fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

ROTHER, Mike, SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia Científica: Guia para eficiência nos estudos**. São Paulo: Atlas 2008.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e Controle da Produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira. 2000.

SANTOS, Luciano; GORH, Claudia; SANTOS, Eder. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor para a Implantação da Produção Enxuta na Fabricação de Fios de Cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 07, n. 04. 2011. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/search/advancedResults>>. Acesso em: 05 ago. 2013.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

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

TOLEDO, Itys Bueno. **Tempos e Métodos**. 11. ed. Mogi das Cruzes: Itys Fides, 2007.

TUBINO, Dalvio F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, Dalvio F. **Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Cálculo do Tempo Padrão

ETIQUETAGEM DE CABO	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	646
Nº DE OBS	97
TEMPO MÉDIO	6,7
FATOR EFIC	1,02
TEMPO NORMAL	6,8
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	7,1
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	7,1

ENCAIXE FUSÍVEL MONTADO	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	278
Nº DE OBS	78
TEMPO MÉDIO	3,6
FATOR EFIC	0,87
TEMPO NORMAL	3,1
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	3,2
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	3,2

MONTAGEM FIAÇÃO (BARR.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	228,2
Nº DE OBS	50
TEMPO MÉDIO	4,6
FATOR EFIC	0,91
TEMPO NORMAL	4,2
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	4,3
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	4,3

ENCAIXE BARRINHAS (ESTAB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	951
Nº DE OBS	96
TEMPO MÉDIO	9,9
FATOR EFIC	1,01
TEMPO NORMAL	10,0
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	10,4
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	10,4

ENCAIXE BARRINHAS (NOBREAK)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	1020
Nº DE OBS	55
TEMPO MÉDIO	18,5
FATOR EFIC	0,92
TEMPO NORMAL	17,1
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	17,7
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	17,7

ENCAIXE DE TOMADA (C/ BRAÇAD.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	1828,61
Nº DE OBS	50
TEMPO MÉDIO	36,6
FATOR EFIC	1,05
TEMPO NORMAL	38,4
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	39,9
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	39,9

ENCAIXE CABO E PRENSA. (NOB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	750
N° DE OBS	60
TEMPO MÉDIO	12,5
FATOR EFIC	1,11
TEMPO NORMAL	13,9
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	14,4
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	14,4

PRENSAGEM BARRINHAS (ESTAB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	344
N° DE OBS	68
TEMPO MÉDIO	5,1
FATOR EFIC	0,99
TEMPO NORMAL	5,0
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	5,2
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	5,2

ENCAIXE CABO E PRENSA. (ESTAB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	1432
N° DE OBS	56
TEMPO MÉDIO	25,6
FATOR EFIC	1,08
TEMPO NORMAL	27,6
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	28,7
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	28,7

PRENSAGEM BARRINHAS (NOB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	396
N° DE OBS	52
TEMPO MÉDIO	7,6
FATOR EFIC	0,86
TEMPO NORMAL	6,5
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	6,8
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	6,8

MONTAGEM FIAÇÃO (FUSÍVEL)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	200
N° DE OBS	55
TEMPO MÉDIO	3,6
FATOR EFIC	1,02
TEMPO NORMAL	3,7
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	3,9
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	3,9

PARAFUSAGEM COOLER/PAINEL	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	1194
N° DE OBS	68
TEMPO MÉDIO	17,6
FATOR EFIC	0,94
TEMPO NORMAL	16,5
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	17,2
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	17,2

ENCAIXE FIAÇÃO MONT. (NOB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	250
N° DE OBS	60
TEMPO MÉDIO	4,2
FATOR EFIC	0,91
TEMPO NORMAL	3,8
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	3,9
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	3,9

ENCAIXE FIAÇÃO MONT. (ESTAB.)	
Observações	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	308
N° DE OBS	60
TEMPO MÉDIO	5,1
FATOR EFIC	0,91
TEMPO NORMAL	4,7
% FADIGA + TOL	104%
% TROCA E AJUST FER	-
T. NORMAL + TOL	4,9
FREQUÊNCIA	1
TEMPO PADRÃO	4,9

MONTAGEM PORTA-FUSÍVEL	Encaixe fus. suporte interno	Encaixe fus. caixa externa
Observações	Tempo (segundos)	Tempo (segundos)
TOTAL TEMPO	272	292
N° DE OBS	80	76
TEMPO MÉDIO	3,4	3,8
FATOR EFIC	0,94	0,94
TEMPO NORMAL	3,2	3,6
% FADIGA + TOL	104%	104%
% TROCA E AJUST FER	-	-
T. NORMAL + TOL	3,3	3,8
FREQUÊNCIA	1	1
TEMPO PADRÃO	3,3	3,8