

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**DIAGNÓSTICO DE PERDAS NA PRODUÇÃO UTILIZANDO OS
CONCEITOS DE PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA INDÚSTRIA
DO SETOR METAL-MECÂNICO**

Evelyse Cabrera Batista

TCC-EP-25-2012

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Diagnóstico de perdas na produção utilizando os conceitos
de produção enxuta em uma indústria do setor metal-
mecânico**

Evelyse Cabrera Batista

TCC-EP-25-2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a):Dr^a. Márcia Marcondes Altimari Samed

**Maringá - Paraná
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais José Batista dos Santos
e Maria José C. Cabrera Batista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me iluminar e me dar forças sempre para lutar por meus objetivos e me proteger contra os males que possam me causar.

Gostaria de agradecer também pelo apoio de toda a vida, sempre estão comigo e lutando por mim, meus pais José Batista dos Santos e Maria José C. Cabrera Batista. Obrigada pelo carinho, amor, pela confiança, e por acreditarem em mim. Obrigado por me ajudarem a ser a pessoa que sou hoje, sem vocês eu não chegaria até aqui e não seria nem metade do que sou. Eu amo muito vocês, são essenciais em minha vida pra sempre.

Queria agradecer também a toda minha família, pelo amor imenso que todos têm por mim, em especial gostaria de agradecer a meu tio Luiz Roberto Fernandes, foi ele quem me ajudou em todo desenvolvimento desse trabalho, me oferecendo sua empresa como estudo, sempre disposto a sanar minhas dúvidas, buscar informações comigo de que eu precisava, sempre atencioso e dedicado no que faz, obrigada tio, sem você esse trabalho não teria nenhum sucesso.

Gostaria de agradecer a todos meus amigos, meus amigos de faculdade, meus amigos de Presidente Prudente, todos aqueles, que na hora em que eu estava pensando em larga tudo, eram eles que me ouviam chorando e me ajudavam a enfrentar os desafios da vida com palavras sábias e conselhos calorosos. Obrigada em especial aos meus amigos de Presidente Prudente, que sempre acreditaram em mim e nunca me deixaram desistir dos meus sonhos. Agradeço também aos meus amigos de faculdade, que se tornaram como irmãos para mim, sempre me alegrando, me proporcionando grandes momentos de risadas e diversão, foram eles que fizeram meus anos de faculdade os mais brilhantes de minha vida.

Agradeço também a minha orientadora e professora Márcia Marcondes Altimari Samed, pelo apoio e dedicação durante meu trabalho, sempre disposta a me ajudar e sanar minhas dúvidas, sempre atenciosa, amiga e conselheira. Obrigada professora, amei ter tido a oportunidade de trabalhar com você durante esse ano, fez toda a diferença.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas especiais de minha vida, sejam meus familiares, amigos, professores, meu namorado, todos aqueles que nunca me deixaram fraquejar e que sei que estarão felizes com a minha felicidade, sempre torcendo por mim, obrigada pelo carinho imenso que me proporcionam AMO TODOS VOCÊS.

RESUMO

Hoje em dia, é fundamental que as empresas foquem na melhoria contínua para conseguirem um bom lugar no mercado. O presente trabalho teve como objetivo analisar a situação atual de uma empresa do setor metal-mecânico, procurando identificar e reduzir os locais onde existiam desperdícios, propondo soluções de melhorias para esses problemas. Para resolver tais problemas, foi escolhida a implementação da filosofia do Sistema Toyota de Produção, pois engloba ferramentas com o objetivo principal de eliminar perdas em todas as etapas do processo produtivo. Para auxiliar na identificação dos desperdícios na empresa escolhida, foi optado pelo uso da ferramenta denominada de Mapeamento do Fluxo de Valor, que permite enxergar todo o fluxo de valor de seu processo produtivo e identificar onde estão os desperdícios. Além dessa importante ferramenta, foram utilizadas outras como o Gráfico de Yamazumi para ajudar na elaboração de propostas de melhoria na situação atual da empresa, objetivando alcançar a situação futura e realizar a melhoria contínua dos processos produtivos da empresa. O resultado deste trabalho foi à obtenção de uma redução do lead time existente na produção de alto falantes com a conseqüente redução dos desperdícios encontrados na produção.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, Melhoria Contínua, Mapeamento do Fluxo de Valor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	5
2.2 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	6
2.2.1 DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO	6
2.2.2 DESPERDÍCIO POR ESPERA.....	6
2.2.3 DESPERDÍCIO POR TRANSPORTE	7
2.2.4 DESPERDÍCIO NO PRÓPRIO PROCESSAMENTO.....	7
2.2.5 DESPERDÍCIO POR ESTOQUE	7
2.2.6 DESPERDÍCIO POR MOVIMENTAÇÃO	8
2.2.7 DESPERDÍCIO POR FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS	8
2.3 OS PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	9
2.3.1 JUST-IN-TIME (JIT).....	10
2.3.2 JIDOKA.....	10
2.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	12
2.4.1 SUPERMERCADO	12
2.4.2 SISTEMA KANBAN	14
2.4.3 FLUXO CONTÍNUO	15
2.4.4 TAKT TIME	16
2.4.5 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO	17
2.4.6 PRODUÇÃO PUXADA	17
2.4.7 MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV)	18
2.4.8 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS	18
2.4.9 PDCA	19
2.4.10 KAIZEN	19
2.5 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (MFV).....	20
2.5.1 PASSOS PARA REALIZAR O MFV.....	21
2.5.2 FERRAMENTAS PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	23
2.5.3 APLICAÇÕES DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	26
3. DESENVOLVIMENTO.....	29
3.1 METODOLOGIA	29
3.2. CONTEXTUALIZAÇÃO	29
3.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO	33
3.3 ESTUDO DOS TEMPOS	36
3.4 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL	50
3.5 PROPOSTAS DE MELHORIA	50
4. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	65

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: A ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	9
FIGURA 2: MODELO DE SUPERMERCADO.....	13
FIGURA 3: SISTEMA KANBAN: PRODUÇÃO ENXUTA.....	15
FIGURA 4: FLUXO DE PRODUÇÃO TRADICIONAL VERSUS FLUXO UNITÁRIO CONTÍNUO.....	16
FIGURA 5: CICLOS PDCA- DIVULGADOS POR ISHIKAWA E POR CAMPOS.....	19
FIGURA 6: ETAPAS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR.....	21
FIGURA 7: FLUXO DE VALOR PORTA-A-PORTA	22
FIGURA 8: MODELO DE YAMAZUMI	25
FIGURA 9: GRÁFICO DE PARETO.....	30
FIGURA 10: VISTA GERAL DO ALTO-FALANTE E SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES	31
FIGURA 11: MODELO DE ALTO-FALANTE PARA COMPETIÇÃO	32
FIGURA 12: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DE ALTO-FALANTE EROS	33
FIGURA 13: MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL.....	48
FIGURA 14: ÍCONES PARA A CONSTRUÇÃO DO MFV	49
FIGURA 15: GRÁFICO DE YAMAZUMI	54
FIGURE 16: EFICIÊNCIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS EM RELAÇÃO AO TAKT TIME	55
FIGURA 17: GRAFICO YAMAZUMI COM O AGRUPAMENTO DOS PROCESSOS.....	57
FIGURA 18: EFICIÊNCIA DO AGRUPAMENTO DOS PROCESSOS	58
FIGURA 19: MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR FUTURO	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSES DE PARETO	69
TABELA 2: TEMPOS BOBINA.	37
TABELA 3: TEMPOS DO CONJUNTO MAGNÉTICO	38
TABELA 4: TEMPO DE MONTAGEM ALTO-FALANTE	40
TABELA 5: TEMPOS CARCAÇA	41
TABELA 6: TEMPOS USINAGEM	42
TABELA 7: TEMPOS PREPARAÇÃO DO CONE	43
TABELA 8: TEMPOS REPARO	44
TABELA 9: TEMPOS PINTURA	45
TABELA 10: TEMPOS EMBALAGEM	46
TABELA 11: TEMPO DE CICLO E TAKT TIME	53
TABELA 12: AGRUPAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	56
TABELA 13: TEMPOS DE CICLO AGRUPAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS	59
TABELA 14: REDUÇÃO DE LEAD TIME	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FT	Fatores de Tolerância
JIT	<i>Just In Time</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
STP	Sistema Toyota de Produção
TC	Tempo de Ciclo
TCr	Tempo Cronometrado
TM	Tempo Médio
TN	Tempo Normal
TP	Tempo Padrão de Operação
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

1. INTRODUÇÃO

Em 1945 com o final da Segunda Guerra Mundial a empresa Toyota Motor Co., fundada por Kiichiro Toyoda, decidiu tornar-se uma grande montadora de veículos. Motivados pelo sistema industrial americano, os japoneses decidiram mudar seu processo produtivo focando na identificação e eliminação das perdas. Com a ajuda do engenheiro-chefe da Toyota, Taiichi Ohno, a produção em massa foi ajustada e foram criadas formas de melhorias para que a produção japonesa alcançasse a produção americana, o que deu origem ao Sistema Toyota de Produção (STP) (GHINATO, 2000).

O Sistema Toyota de Produção tem como objetivo proporcionar melhor qualidade, custo mais baixo e um *lead time* mais curto através da melhoria do fluxo produtivo via eliminação de desperdícios. De acordo com Ghinato (2000), STP é uma filosofia de gerenciamento que busca atender os anseios dos clientes em um curto prazo, se preocupando também com seus colaboradores e as outras partes da organização.

Conforme Womack *et al.* (2004) existem perdas por superprodução (por quantidade e por antecipação), perda por espera (no processo; do lote e do operador), perda por transporte, perda no próprio processamento, perda por estoque, perda por movimentação e perda pela fabricação de produtos defeituosos.

O STP, atualmente, também é denominado de Produção Enxuta, *lean manufacturing*, *lean system*, entre outros. É um sistema baseado na produção com estoque zero e no uso de somente o que é necessário, para assim dobrar a produtividade de produção (OHNO, 1997).

Existe uma importante ferramenta, denominada de Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), que revela todas as perdas do sistema produtivo, o que auxilia na identificação e correção dos problemas. Há uma construção de um mapa do estado atual da empresa revelando todas as perdas que devem ser eliminadas, e posteriormente é elaborado um mapa futuro com detalhes específicos de como será construído o novo processo produtivo. O MFV evita um Kaizen pontual e isolado e possibilita a construção de um novo sistema baseado no fluxo de materiais e de informações (LIKER *et al.*, 2005).

Este trabalho propõe implantar um sistema de produção na empresa EROS ALTO-FALANTES em Presidente Prudente, baseado nos conceitos do Sistema Toyota de Produção, visando reduzir desperdícios da empresa.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente, com um mercado mais competitivo, surge a necessidade de que as empresas mudem seu processo produtivo para não ficarem para trás nessa competição.

O STP é uma ferramenta interessante para tornar a empresa forte no mercado, pois visa à eliminação daquelas atividades que não agregam valor ao produto. Por meio dessa ferramenta pode-se obter quantidades de estoques cada vez menores, uma diminuição de materiais em processamento, uma análise do tempo de produção visando o menor tempo, o melhor uso da mão-de-obra, tudo para a elaboração de produtos com maior qualidade, redução de gastos na empresa, e melhoria contínua na produtividade.

Com os benefícios proposto pelo STP, pode-se afirmar que os problemas no processo produtivo da empresa serão mais facilmente identificados, utilizando as ferramentas que esse sistema de produção fornece. Neste contexto, verificou-se oportunidades e condições favoráveis para a implementação das técnicas do STP no processo produtivo da EMPRESA EROS ALTO-FALANTES.

1.2 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A pesquisa foi realizada em uma indústria do setor metal-mecânico, que se localiza na cidade de Presidente Prudente/SP. Esta apresenta problemas como falta de matéria-prima para fabricação dos produtos, produção em excesso, operadores ociosos durante o ciclo das máquinas, atrasos de peças, grandes lotes de processamento, superprodução, processamento impróprio, estoque em processo, retrabalho, entre outros.

Este trabalho será aplicado na fabricação de alto falantes; seu processo produtivo envolve os seguintes setores: montagem, conjunto magnético, carcaça (engloba os setores de usinagem, furação, rebarbarão, lavagem, pintura e cura), bobina, preparação da bobina/reparo, trefilação, estamparia, e usinagem.

A maior dificuldade em implantar as ferramentas do Sistema Toyota de Produção, é que a empresa deseja retornos financeiros imediatos, o que dificulta o andamento do processo.

Existe uma pequena equipe comprometida com a implantação desse sistema e para ter êxito é necessário o apoio de todos para realização do programa pré-estabelecido.

1.3 OBJETIVOS

Conhecer e propor a aplicação dos conceitos do STP, cujos objetivos - geral e específicos - são apresentados a seguir.

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Propor o novo modelo de produção baseado no Sistema Toyota de Produção em uma empresa do setor metal-mecânico de Presidente Prudente/SP, por meio de uma metodologia de planejamento.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir fundamentação teórica sobre os conceitos e ferramentas usadas no STP;
- Realizar um Mapa de Fluxo de Valor do estado atual da empresa EROS-ALTO FALANTES;
- Identificar onde ocorrem desperdícios e perdas excessivas que geram problemas ao processo produtivo;
- Planejar um fluxo contínuo entre os processos e nos processos;
- Utilizar ferramentas de melhoria para propor o controle dos desperdícios detectados;
- Refazer um novo Mapa de Fluxo de Valor do estado futuro da empresa EROS-ALTO FALANTES;
- Definir ações de melhoria contínua e trabalhos futuros que visem melhorar o processo produtivo da empresa.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1 foi apresentada uma introdução sobre o tema abordado nessa monografia, definindo o problema apresentado na empresa e justificando o porquê do uso do STP, traçando também os objetivos a serem alcançados durante o desenvolvimento do trabalho.

No Capítulo 2 é realizada a revisão de literatura, que englobam todos os temas relacionados com o Sistema Toyota de Produção, as ferramentas a serem utilizadas e casos reais de aplicações dessas ferramentas.

No Capítulo 3 é desenvolvido o estudo de caso da empresa escolhida, detalhando tudo sobre a empresa, métodos e ações realizadas para aplicar o MFV.

No Capítulo 4 são apresentadas as conclusões retiradas sobre o trabalho elaborado e as propostas de melhoria para a empresa escolhida.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos do tema Sistema Toyota de Produção utilizado no presente trabalho, enfatizando também as principais ferramentas desse sistema de produção.

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Após a década de 40, os japoneses decidiram mudar seu sistema produtivo em busca de bater os concorrentes do mercado. Toyoda Kiichiro, presidente da Toyota Motor Company, desenvolveu uma missão de alcançar as fábricas Ford dos Estados Unidos, motivando os japoneses a mudarem a sua indústria automobilística, seguindo o exemplo dos fortes concorrentes da época (OHNO, 1997).

Após tentarem várias técnicas para eliminarem as perdas no sistema de produção japonês, em 1956 o engenheiro-chefe da Toyota, Taiichi Ohno, ao visitar as fábricas da Ford nos Estados Unidos percebeu que a produção em massa precisava de certos ajustes, notou também que os trabalhadores eram subutilizados, que realizavam as mesmas tarefas sempre e tais tarefas não agregavam valor nenhum, que a qualidade do sistema produtivo era descuidada, e percebeu que havia estoques intermediários na produção (GHINATO, 2000).

Decidido a mudar o sistema de produção em massa, Taiichi Ohno readequou esse sistema de acordo com o mercado japonês, um mercado exigente e com grande variedade de produtos. Ao implantar novos conceitos e melhorias para o sistema produtivo japonês surgiu o Sistema Toyota de Produção (WOMACK *et al.*, 2004).

O Sistema Toyota de Produção é uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização, visando atender os desejos dos clientes, entregando os produtos/serviços no menor prazo, com um baixo custo, e sempre com alta qualidade para satisfazer as necessidades exigidas. E ao mesmo tempo há uma preocupação com todos colaboradores e membros da organização (GHINATO, 2000).

O Sistema Toyota de Produção, ou também denominado Pensamento Enxuto, é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizando as

atividades do processo produtivo sem interrupção toda vez que alguém as pede e realizá-las de forma eficaz e eficiente (WOMACK *et al.*, 1996).

2.2 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A base do STP é a eliminação total do desperdício. Para Ghinato (2000) existem sete tipos de desperdícios: desperdício por superprodução, desperdício por espera, desperdício por transporte, desperdício no próprio processamento, desperdício por estoque, desperdício por movimentação e desperdício por fabricação de produtos defeituosos.

2.2.1 DESPERDÍCIO POR SUPERPRODUÇÃO

É uma perda por produzir algo em excesso ou produzir antes do pedido ser efetuado. De acordo com Shingo (1996) existem dois tipos de perda por superprodução a quantitativa e a antecipada.

2.2.1.1 PERDA POR SUPERPRODUÇÃO POR QUANTIDADE

É aquela perda por produzir além do volume programado de produção, o que gera sobra de peças. É um tipo de produção inadmissível no STP, e está completamente evitada na Toyota (GHINATO, 2000).

2.2.1.2 PERDA POR SUPERPRODUÇÃO ANTECIPADA

É aquela perda gerada pela produção de uma peça/produto antes do momento necessário, ou seja, os produtos ou peças irão ficar estocados até serem solicitados para o uso ou para uma próxima etapa de produção (GHINATO, 2000).

2.2.2 DESPERDÍCIO POR ESPERA

É a perda de tempo durante o processo, transporte ou inspeção. Na Toyota os movimentos dos operadores são classificados como operação e perda, onde perda é qualquer atividade que não contribui para operações, como espera por exemplo. Para evitar esse tipo de desperdício é preciso que seja feita melhoria da inspeção; melhoria do transporte como o uso de empilhadeiras, por exemplo; melhorias das esperas entre outros (SHINGO, 1996).

Existem três tipos de perdas por espera: perda por espera no processo, perda por espera do lote e perda por espera do operador (GHINATO, 2000).

- i. Perda por espera no processo: o lote inteiro aguarda o lote anterior ser feito para ter início sua próxima operação;
- ii. Perda por espera do lote: é a espera que cada peça de um lote é submetida até que todas as peças desse mesmo lote sejam concluídas, para então passarem para a próxima etapa de produção juntas;
- iii. Perda por espera do operador: perda de tempo quando o operador é obrigado a acompanhar o processo até o fim ao lado da máquina, ou devido ao desbalanceamento de operações.

2.2.3 DESPERDÍCIO POR TRANSPORTE

É o desperdício de tempo ao transportar um item. O transporte é uma atividade que não agrega valor, porém deve ser minimizada sempre. A otimização do transporte e conseqüente eliminação de desperdício com o mesmo, pode ser feita com o reajuste de *layout*, uso de esteiras rolantes, talhas, pontes rolantes, etc (GHINATO, 2000).

2.2.4 DESPERDÍCIO NO PRÓPRIO PROCESSAMENTO

Esse tipo de desperdício representa situações em que o desempenho do processo está atrasando o fluxo produtivo. Pode ser considerado um desperdício que pode ser eliminado sem afetar as características e funções básicas do produto/serviço (GHINATO, 2000).

2.2.5 DESPERDÍCIO POR ESTOQUE

É aquela perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Segundo Shingo (1996, p.68) “Infelizmente, quanto mais aumenta o estoque, mais se mascaram os problemas que não estão visíveis e torna-se mais difícil atacá-los diretamente”. Com essa informação obtêm-se a lição de que estoque em excesso gera perda para a produção, é preciso eliminá-lo e junto eliminar defeitos, fluxo irregular de produção, quebras de máquinas, etc., assim o estoque pode ser diminuído aos poucos.

Segundo Shingo (1996) existem três tipos de estoque:

- i. Estocagem E: são estoques resultado do fluxo desbalanceado entre processos;
- ii. Estocagem C: estoques de amortecimento ou *buffer* são permitidos entre processos para evitar que máquinas quebrem ou refugos interrompam os processos;
- iii. Estocagem S: “Estoque de Segurança”, é uma produção a mais para garantir segurança aos gerentes.

2.2.6 DESPERDÍCIO POR MOVIMENTAÇÃO

Envolve desperdícios por movimentação desnecessária dos operadores que realizam o processo. Esse tipo de perda pode ser eliminado através do estudo de tempos e movimentos. Conforme Ghinato (2000 p.19) “a introdução de melhorias como resultado do estudo dos movimentos pode reduzir os tempos de operação em 10 a 20%”.

A redução de movimentos desnecessários nas operações é obtida através da mecanização das operações, contudo, essa melhoria deve ser feita apenas quando forem esgotadas todas as possibilidades de melhorias de movimentação do operário (GHINATO, 2000).

2.2.7 DESPERDÍCIO POR FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DEFEITUOSOS

São perdas por fabricação de produtos que terão que ser descartados, por não apresentarem os requisitos necessários de qualidade. Segundo Ghinato (2000), o STP, procura eliminar perdas junto à causa-raiz do defeito, necessitando assim de métodos de controle e inspeção na fonte.

De acordo com Shingo (1996) existem dois tipos de inspeção: por julgamento e inspeção informativa. A inspeção por julgamento é aquela em que os dados de produtos defeituosos descobertos e emitidos em um “certificado *postmortem*”, esse tipo de inspeção diferencia produtos defeituosos de não-defeituosos, porém, essa inspeção não pode impedir a ocorrência de defeitos durante o processo produtivo. Já a inspeção informativa é aquela que informa sempre quando ocorre um defeito no

processo de forma que sejam elaboradas medidas para corrigir o método e evitar os mesmos problemas novamente. Conclui-se que a inspeção por julgamento descobre defeitos enquanto, a inspeção informativa faz com que seja diminuída a ocorrência de defeitos.

Outro princípio fundamental do Sistema Toyota de Produção é o “princípio do não-custo”, que é baseado na Equação 1:

$$\text{Preço de venda} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (1)$$

Essa equação pressupõe que são os consumidores que decidem o preço de venda, o lucro é o que resta depois de subtrair o custo deste preço final. Entende-se que para aumentar o lucro é preciso reduzir os custos (SHINGO, 1996).

Segundo Shingo (1996, p.109) “A adoção do princípio do não-custo e a eliminação da perda têm permitido à Toyota, com frequência, tomar a iniciativa de reduzir os preços de vendas dos seus carros nos últimos 35 anos”.

2.3 OS PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção possui “dois pilares” necessários à sustentação do sistema, sendo um o *Just-in-time* (JIT) e o outro o *Jidoka* (autonomação) (OHNO, 1997). A Figura 1 representa graficamente esses dois pilares.

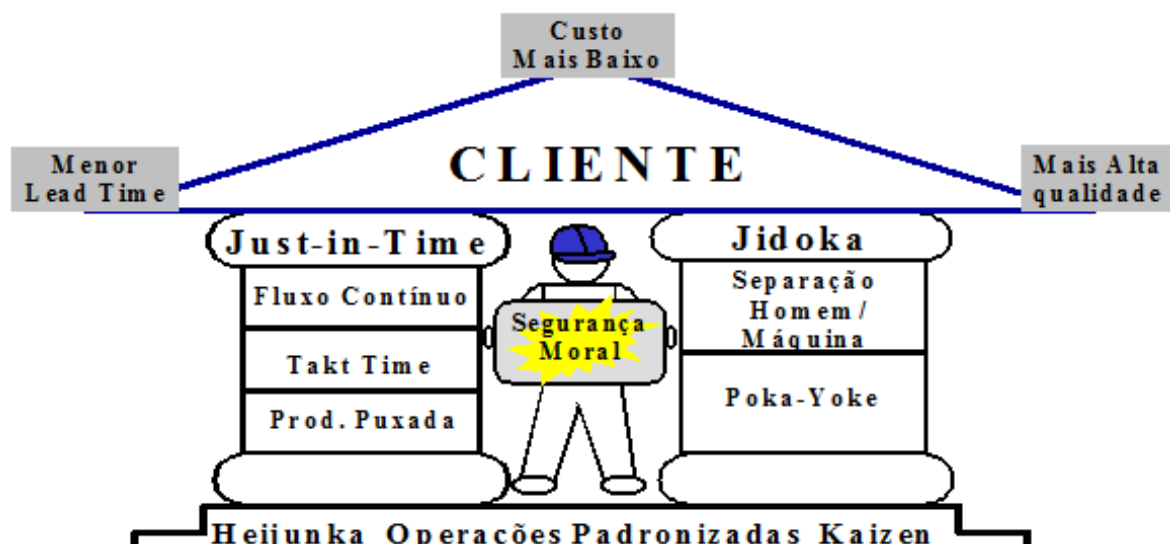


Figura 1: A estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Ghinato (2000)

Segundo essa Figura 1 o STP tem como objetivo satisfazer seus clientes fornecendo produtos e serviços de alta qualidade, com custos reduzidos e baixos *lead times* (GHINATO, 2000).

2.3.1 JUST-IN-TIME (JIT)

A filosofia JIT surgiu no Japão na década de 60, foi utilizada primeiramente na indústria automobilística *Toyota Motors Company*. Aos poucos essa filosofia foi se espalhando e o Japão se tornou base de excelência para outras empresas (TUBINO, 1999).

O JIT é um sistema puxado que faz apenas as peças que forem necessárias a montagem de um produto. As peças devem ir para a linha de montagem no momento e na quantidade adequada. Ao realizar o JIT a empresa pode chegar a ter estoque zero (OHNO, 1997).

O JIT é um conjunto de ferramentas e conceitos que fazem com que a empresa produza e entregue os produtos corretos, com *lead times* curtos, e na quantidade exata desejada pelo cliente (LIKER, 2005).

Conforme Ghinato (2000), o JIT depende de três fatores para sua viabilização: fluxo contínuo- significa uma peça de cada vez visando reduzir o *lead time* de produção; *takt time*- frequência com que você deve produzir uma peça para atender a demanda dos clientes e produção puxada- significa produzir somente os itens que são necessários na quantidade e hora certas, é uma produção viabilizada através do *Kanban* (meio de comunicação visual entre cliente e fornecedor que informa exatamente o que deve ser produzido, quanto, e quando produzir).

2.3.2 JIDOKA

Jidoka ou autonomia (automação com toque humano) o operador tem autonomia para parar a linha de produção quando perceber qualquer problema, as máquinas são equipadas para detectar esses problemas durante o processo produtivo e o interromperem quando preciso (OHNO, 1997).

Com a autonomia não é necessário um operador enquanto a máquina está operando, é preciso dele apenas quando a máquina pára devido a uma anormalidade, assim ela necessitará de reparos humanos. Com isso, um trabalhador pode atender várias máquinas, o que torna

possível a redução do número de operadores e aumenta a eficiência da produção (OHNO, 1997).

Jidoka não é um conceito aplicado apenas para máquinas, é também usado para a aplicação em linhas de produção manuais. A principal idéia desse método é eliminar qualquer defeito no fluxo produtivo (GHINATO, 2000).

2.3.2.1 SEPARAÇÃO HOMEM-MÁQUINA

Conforme Shingo (1996, p.103) “trabalhador e máquina foram separados para aumentar a eficiência da produção, assim como para promover o uso mais efetivo e significativo dos recursos humanos”.

A indústria têxtil foi a primeira a utilizar o sistema separação homem-máquina. Taiichi Ohno quando trabalhou em uma indústria têxtil observou o trabalho automático de lá, assim chegando à Toyota equipou as máquinas com dispositivos que permitem paradas automáticas de maneira que o operador pode ter livre deslocamento durante esse tempo. Posteriormente foi introduzida também a capacidade de detecção de defeitos durante a produção (SHINGO, 1996).

A separação homem-máquina é um elemento fundamental para implementação do *jidoka*. Na prática ocorre a separação entre a detecção de anormalidade e a solução do problema.

2.3.2.2 POKA-YOKE

Os dispositivos usados na autonomia para detecção de erros são chamados de *Poka-Yoke*, ao instalá-los a produção com defeito zero pode ser atingida. O *Poka-Yoke* possibilita a ocorrência da inspeção 100% através dos controles físicos e mecânicos (SHINGO, 1996).

Na Toyota os dispositivos *Poka-Yoke* são usados para encontrar a causa e a raiz dos defeitos, portanto, são aplicados em regime de inspeção 100% associados à inspeção na fonte (GHINATO, 2000).

Poka-Yoke pode ser usado como método de controle ou método de advertência. O dispositivo de controle é poderoso, pois, tem uma ação corretiva, ou seja, ele pára a máquina no momento que ela apresentar um defeito para que ela seja corrigida imediatamente. Já o *Poka-Yoke* de advertência emite um aviso ou sinal quando há algum problema, para alertar o operador do

processo, porém, se esse sinal não for notado por ninguém o processo com defeito continua, gerando problemas para a empresa (SHINGO, 1996).

Segundo Shingo (1996, p.56) “O dispositivo Poka-Yoke é um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção”.

2.3.2.3 OPERAÇÕES PADRONIZADAS

Pode ser definido como um método para produzir sem perdas. Os objetivos principais das operações padronizadas são: obter a máxima produtividade identificando e padronizando os elementos de trabalho que agregam valor, eliminar as perdas, realizar o balanceamento entre os processos e definir o mínimo de estoque possível (GHINATO, 2000).

Conforme Ghinato (2000), as operações padronizadas possuem os seguintes componentes: o *takt-time*, a rotina-padrão de operações (conjunto de operações feitas pelo trabalhador em uma seqüência determinada com repetição do ciclo) e a quantidade-padrão de inventário em processo (mínima quantidade de peças em circulação necessárias para manter o nivelamento da produção com um fluxo constante).

2.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Para auxiliar na construção dos pilares do STP, além das ferramentas já mencionadas existem outras e vários conceitos utilizados como: o Desenvolvimento de Supermercado, o Sistema *Kanban*, o Fluxo Contínuo, o Nivelamento da Produção (*heijunka*), a Produção Puxada, Mapeamento de Processos, Fluxograma e Mapa de Fluxo de Valor, Troca Rápida de Ferramentas, Mudanças nos Layouts celulares e o *Kaizen*. A seguir discorre-se um pouco sobre cada ferramenta citada.

2.4.1 SUPERMERCADO

O supermercado é um estoque de produtos para auxiliar o processo produtivo. As vantagens deste método é que o cliente retira o que precisa no momento em que se é necessário. As prateleiras do supermercado são reabastecidas à medida que os produtos vão sendo retirados, o que facilita a verificação do que foi utilizado e permite evitar a operação de superestoques. (SHINGO, 1996).

O primeiro supermercado surgiu após a Segunda Guerra Mundial nos EUA, foi na época em que os produtos americanos estavam “invadindo” o Japão surgindo a necessidade grande da criação de um supermercado (TUBINO, 1999).

O supermercado deve se localizar junto ao fornecedor, necessita possuir capacidade limitada e dimensionada de acordo com a procura e deve sempre permitir uma gestão visual. A Figura 2 demonstra um fluxo de supermercado do STP.

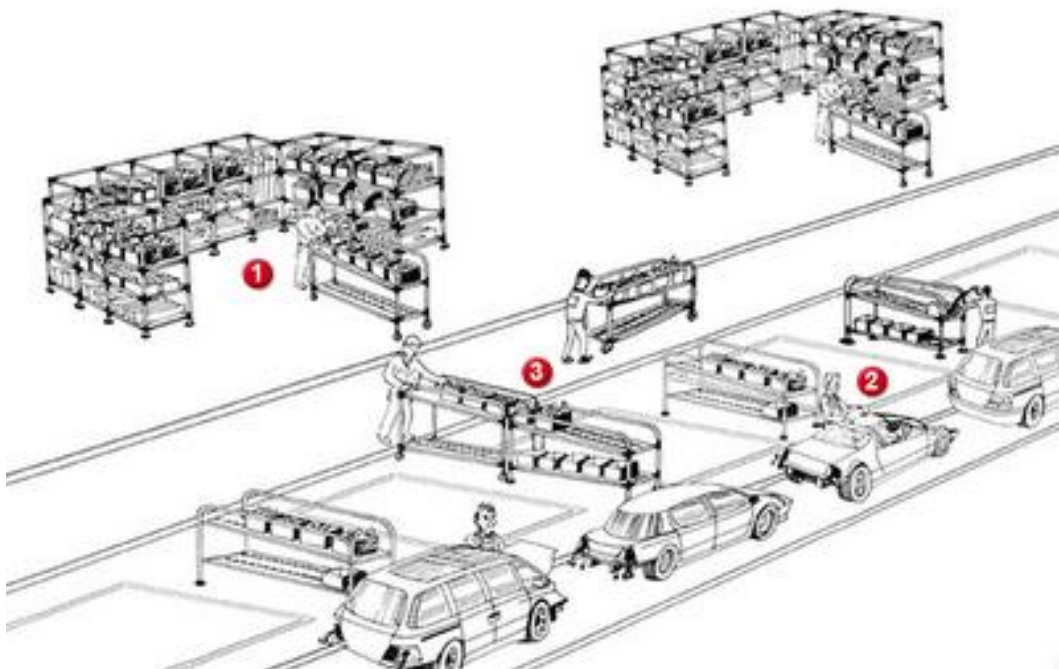


Figura 2: Modelo de Supermercado

Disponível em: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br>

A Figura 2 mostra a área de supermercado, onde são colocados os materiais que serão utilizados no processo produtivo, a área de montagem e a área de alimentação, que engloba a alimentação da linha de montagem com o uso de carrinhos preparados com roletes.

2.4.2 SISTEMA *KANBAN*

É representado por um quadro de sinalização para indicar o que e quanto é preciso utilizar na linha de produção. Esse sistema controla a quantidade produzida, permitindo que o STP flua suavemente (OHNO, 1997).

O sistema *Kanban* foi criado na década de 60 pelos engenheiros da *Toyota Motors*, com o objetivo de simplificar e agilizar as atividades de programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes. No sistema *Kanban* de puxar a produção, qualquer produto ou peça será fabricado apenas no momento em que o cliente solicitar o seu pedido (TUBINO, 1999).

Para Shingo (1996) o *Kanban* foi criado inspirando nos sistemas de supermercados, e ambos possuem características semelhantes como: os consumidores optam pela compra de suas mercadorias favoritas; há uma redução do trabalho do operador, pois, o cliente que leva as compras às caixas registradoras; o estabelecimento repõe apenas o que foi vendido o que evita a formação de estoques e as vendas sobem e os lucros crescem com essas técnicas de supermercado.

O *Kanban* tem as funções de etiqueta de identificação, que indica o que é o produto; etiqueta de instrução da tarefa, que mostra o que deve ser feito e em qual tempo e quantidade é preciso e etiqueta de transferência, que indica de onde e para onde o item deverá ser transportado (SHINGO, 1996).

Conforme Shingo (1996) existem dois tipos de *Kanban*: o *Kanban* de produção e o *Kanban* de movimentação. O de produção é aquele que serve como etiqueta de identificação e de instrução de tarefa e o de movimentação é aquele que serve como etiqueta de identificação e de transferência.

O sistema *Kanban* funciona através de sinalizações que ativam a produção e movimentação dos itens pela fábrica. Essas sinalizações são feitas com o uso de cartões *Kanban* e painéis *porta-kanbans* (TUBINO, 1999).

Através do *Kanban* o cliente vai até o supermercado do processo anterior de posse do *Kanban* de retirada, que lhe permite retirar a quantidade necessária desse estoque para satisfazer o desejo desse cliente. Depois o *Kanban* de retirada retorna ao processo subsequente junto com o lote do material retirado. Ao ocorrer a retirada do material pelo processo subsequente, o

processo anterior recebe o sinal para produzir o item através do *Kanban*, que estava anexado ao lote retirado (GHINATO, 2000). A Figura 3, abaixo, retrata bem esse processo.

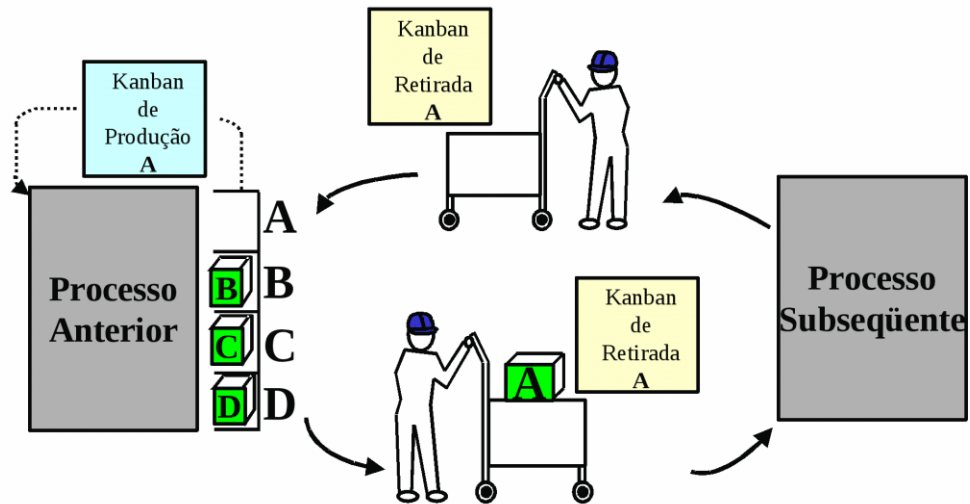


Figura 3: Sistema Kanban: Produção Enxuta

Fonte: Ghinato (2000)

2.4.3 FLUXO CONTÍNUO

Fluxo contínuo é quando os produtos se movem continuamente no decorrer do processo com um tempo reduzido de espera entre as etapas e menor distância de deslocamento, esse fluxo gera redução de custos de produção, diminuição dos tempos de fabricação e pode acarretar na melhoria da qualidade dos produtos (LIKER, 2005).

Ao implantar um fluxo contínuo no processo produtivo é preciso realizar um rearranjo do *layout* fabril, convertendo os *layouts* funcionais, que são aqueles onde as máquinas e recursos a serem utilizados estão agrupados de acordo com seus processos, para células de manufaturas, que são compostas de vários processos necessários à fabricação de uma família de produtos. Contudo, apenas a conversão dos *layouts* não é suficiente, o ideal é também programar um fluxo unitário de produção visando à eliminação total de estoque (GHINATO, 2000). A Figura 4 abaixo exhibe a diferença entre um fluxo de produção tradicional de um fluxo unitário contínuo.

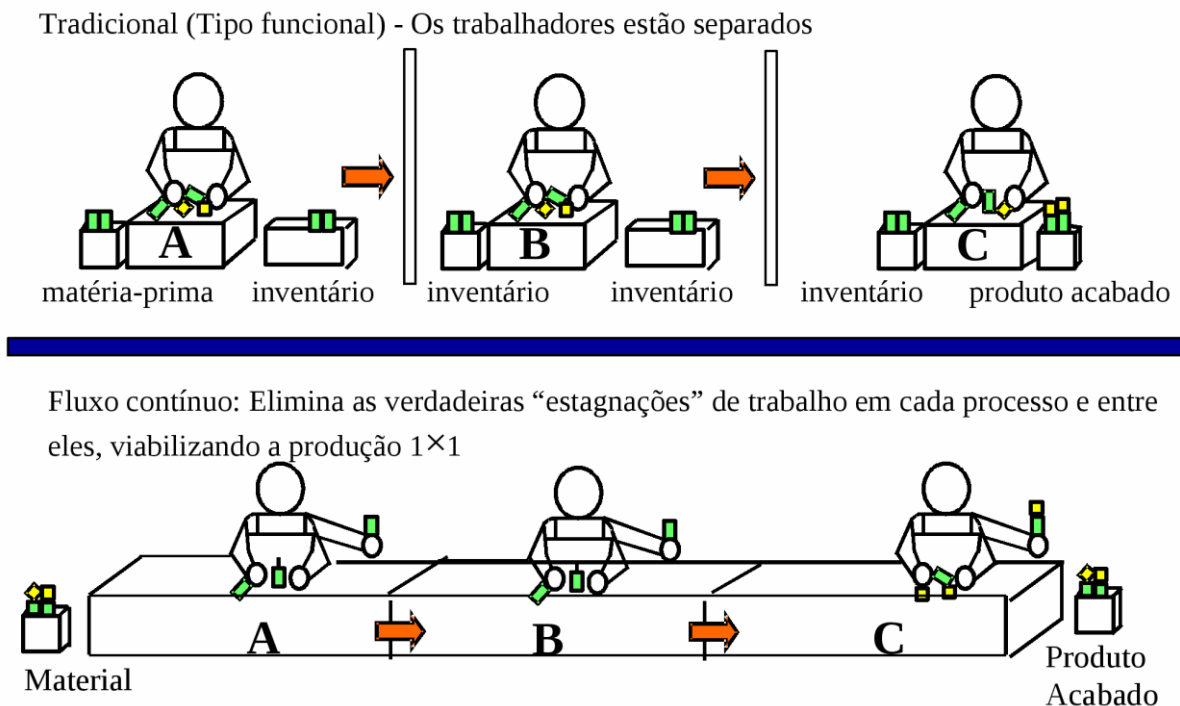


Figura 4: Fluxo de Produção Tradicional versus Fluxo Unitário Contínuo

Fonte: Ghinato (2000)

Ao analisar a Figura 4 conclui-se que com o uso do Fluxo Unitário Contínuo o trabalho é feito mais rápido eliminando desperdícios de estoques e reduzindo *lead times* de produção.

2.4.4 TAKT TIME

Na Toyota o balanceamento das operações está ligado ao *takt time*, ou seja, ao tempo necessário para produzir um produto completo ou apenas um componente, baseado sempre

nas necessidades dos clientes (GHINATO, 2000). Em outras palavras, o *takt time* é a frequência com que você deve produzir uma peça para atender o ritmo de vendas.

Conforme Ghinato (2000) ao implantar um fluxo contínuo torna-se necessário um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de montagem. Esse balanceamento está ligado ao conceito do *takt time*, ou seja, tempo preciso para produzir algo completo de acordo com o pedido do cliente. O *takt time* é dado pela Equação 2:

$$\textit{takt time} = \frac{\textit{tempo total disponível}}{\textit{demanda do cliente}} \quad (2)$$

2.4.5 NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO

É o nivelamento da quantidade e do tipo de item produzido durante um período fixo de tempo, o que torna a produção mais flexível, reduz custos e desperdícios em geral. O nivelamento por quantidade pode ser baseado de acordo com a demanda dos pedidos dos produtos e o nivelamento por tipo de item pode ser feito separando tamanhos e cores dos produtos que estão sendo produzidos (MARCHWINSKI e SHOOK, 2003).

Nivelamento de Produção pode também ser chamado de *Heijunka*. A programação da produção, através dessa técnica de nivelamento, possibilita uma combinação de diferentes itens propiciando um fluxo contínuo de produção e um nivelamento da demanda dos recursos de produção (GHINATO, 2000).

Conclui-se então, que com o uso do nivelamento de produção há uma definição da seqüência que será feita para montar os produtos, e se essa seqüência for repetida ciclicamente, será capaz de atender a demanda de cada tipo de produto como se cada um tivesse sido produzido numa linha de produção exclusiva (GHINATO, 2000).

2.4.6 PRODUÇÃO PUXADA

A produção puxada é o sistema em que o abastecimento do processo é feito apenas com o que o cliente solicitou, ou seja, ele é abastecido com os itens necessários, na quantidade e momento adequado (CUNHA *et al.*, 2002).

2.4.7 MAPA DE FLUXO DE VALOR (MFV)

Sua principal função é a de identificar as ações necessárias para projetar, pedir e produzir um produto específico. Essas ações são divididas em: aquelas que criam valor ao produto, as que não criam valor, mas são necessárias para o desenvolvimento do produto; atendimento de pedidos e as ações que não criam nenhum valor ao produto conforme notado pelo cliente (WOMACK *et al.*, 1996).

Segundo Rother e Shook (2003) o Mapa de Fluxo de Valor é uma montagem com todas as etapas do processo produtivo de uma determinada empresa, definindo primeiramente a família de produtos que será mapeada e posteriormente realizar uma coleta de informações do estado atual da empresa para depois propor melhorias e construir um mapa futuro.

O MFV capta processos, fluxo de informações e fluxo de materiais de certa família de produtos auxiliando no reconhecimento das perdas do sistema (LIKER, 2005). Conclui-se que o MFV é uma ferramenta que visa à otimização dos resultados.

Com o auxílio do MFV é possível identificar desperdícios como aqueles com operadores ociosos, movimentos desnecessários de materiais e pessoas, falta de organização no ambiente de trabalho, perdas por superprodução, entre outros (WOMACK *et al.*, 2004).

2.4.8 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

Troca rápida de ferramentas ou TRF tem por objetivo realizar operações de tempo de *setup* em um número de minutos expresso em um único dígito, visando reduzir esse *setup* e as operações de perdas que se relacionam com ele (SHINGO, 1996).

Conforme Shingo (1996) existem alguns princípios básicos de troca de ferramentas que são: separar claramente *setup* interno do externo; converter *setup* interno em externo; desenvolver grampos funcionais e eliminar ajustes.

Para Shingo (1996) a Toyota só consegue atingir sua meta de produção contrapedido com a ajuda da TRF, pois essa ferramenta auxilia na resposta rápida a alteração dos pedidos.

2.4.9 PDCA

O ciclo *Plan, Do, Check and Action* (PDCA) é um método de gestão de controle que demonstra os caminhos a serem seguidos para atingir as metas estabelecidas. É uma ferramenta muito importante na implantação de melhorias no processo, esta fornece informações de fácil compreensão para realizar o controle da qualidade (WERKEMA, 1995). A Figura 5 demonstra as etapas do ciclo PDCA.

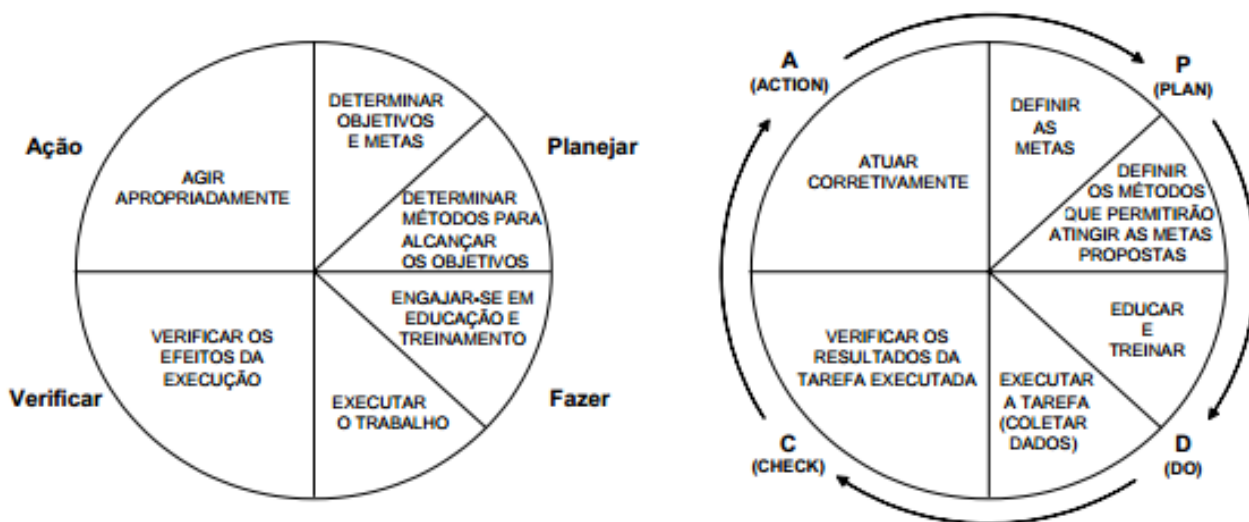


Figura 5: Ciclos PDCA- divulgados por Ishikawa e por Campos

Fonte: Ishikawa (1993, p.60) e Campos (1992, p.30)

De acordo com a Figura 5 e segundo Ferreira (2005), ciclo PDCA é formado pelas seguintes etapas: planejar, que envolve o estabelecimento de metas para solucionar os problemas, funciona como um plano de ação para os problemas encontrados; executar, nessa fase ocorre a execução das tarefas que foram planejadas na etapa anterior; verificar, nessa etapa envolve a comparação dos resultados obtidos com os que foram traçados durante a elaboração das metas e analisar se o problema foi sanado; e agir, que ao encontrar um problema você irá agir para evitar novos desvios no processo.

2.4.10 KAIZEN

É a melhoria contínua de uma atividade, focando na eliminação das perdas (*muda*) e agregando valor ao produto/serviço sem muitos custos. Essa prática utiliza o ciclo de Deming ou PDCA para obter o contínuo monitoramento dos processos (GHINATO, 2000).

Conforme Ghinato (2000) o kaizen só é possível com a padronização, pois, ao padronizar seus produtos a melhoria estável se manterá no próximo nível de produção.

O processo kaizen deve ser conduzido sob condições estáveis para garantir a produção sem defeitos e desperdícios. Caso contrário, o que se verifica é a prática de “apagar incêndios” em vez de solucionar os problemas de maneira sistemática (GHINATO, 2000).

2.5 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Desde 1996, no Ocidente as empresas buscam a melhoria contínua em seus processos para adquirirem vantagem competitiva e boa posição no mercado. Uma ferramenta introduzida por Mike Rother e John Shook em 1998, é o chamado Mapeamento do Fluxo de Valor, essa tem uma grande importância nesse cenário de crescimento atual (Albuquerque Neto *et al.* 2009).

De acordo com Rentes *et al.*(2003) o MFV é uma ferramenta de modelagem de empresas relativamente simples pois, utiliza-se de lápis e papel para traçar os cenários de manufatura da empresa escolhida. Ao construir esse mapa há o uso de ícones e regras levando em consideração fluxos de matérias e informações.

O MFV consiste em mapear o Estado Atual da empresa para analisar o fluxo de materiais e informações das famílias de produtos dentro da empresa, identificando os gargalos e os desperdícios que acontecem durante a produção. Posteriormente é feito o Mapa de Fluxo de Valor Futuro da empresa, nele está a maneira ideal para os fluxos dentro da empresa, propondo melhoria e redução de desperdícios nos processos futuros (SCHAPPO, 2006).

Rother e Shook (1999) recomendam, para aquelas empresas que realizam o Sistema Toyota de Produção, que seja feito o mapeamento de processos porta a porta. Para ele o mapeamento possui as seguintes vantagens: fornece uma visualização maior do que os processos individuais; ajuda na identificação dos desperdícios; fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura; aproxima conceitos e técnicas do Sistema Toyota de Produção; facilita a tomada de decisões sobre o fluxo; relaciona o fluxo de informação com o fluxo de material e é uma ferramenta qualitativa que descreve o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

2.5.1 PASSOS PARA REALIZAR O MFV

Conforme Rother e Shook (1999), as etapas básicas do Mapeamento do Fluxo de Valor são representadas pela Figura 6.

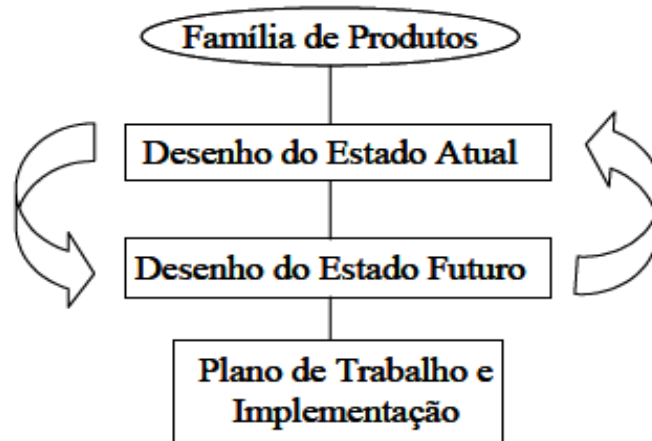


Figura 6: Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor

Fonte: Rother e Shook (1999)

O primeiro passo é identificar a família de produtos, pois, os clientes se preocupam com produtos específicos e não com todos os itens feitos na fábrica. Ao traçar o fluxo de valor para uma família de produtos é preciso que as barreiras departamentais da organização sejam transpostas para haver conhecimento sobre todo o fluxo de informações e materiais da empresa (Luz e Buiar, 2004).

É necessário que o gerente da empresa tenha total entendimento do fluxo para determinar as melhorias cabíveis, ele precisa estar ligado a autoridade máxima da unidade produtiva para realizar as mudanças que achar preciso no processo (Rother e Shook, 1999).

Após selecionar a família de produtos é preciso levantar uma série de informações para obter o mapa atual da empresa. Para a construção do mapa atual é necessário ser feita uma análise sobre as demandas dos consumidores, após isso são mapeados os processos produtivos que fazem parte da família de produtos escolhida ou do fluxo de valor em análise (Rentes *et al.* 2003).

Segundo Rentes *et al.* (2003), todos processos devem ser identificados e algumas informações devem ser coletadas sobre eles em uma caixa de dados padrão. Essa caixa pode conter as seguintes informações:

- Tempo de ciclo (T/C): tempo, medido em segundos que mede, que leva entre um componente e o próximo a saírem do mesmo processo produtivo;
- Tempo de trocas (T/TR): tempo que gasta para mudar a produção de um tipo de produto para outro;
- Disponibilidade: tempo disponível por turno no processo produtivo, não levando em conta os tempos de parada e manutenção dos equipamentos;
- Índice de rejeição: índice que define a quantidade de produtos que saíram com defeito no processo produtivo;
- Número de operadores que precisa no processo.

O próximo passo é identificar o estoque produtivo e o consumo de peças por dia da empresa. É preciso desenhar o fluxo de valor (de materiais e informações) da empresa para analisar tudo que poderá ser feito para melhorar o processo produtivo. Conforme Rentes *et al.* (2003), os fluxos podem ser puxados, que é quando o processo posterior comanda a produção dos processos anteriores; pode ser também ser fluxos empurrados, que é quando o controle dos processos é feito com o uso de uma programação e existem os fluxos contínuos, que são aqueles que não há interrupção das peças, elas percorrem os processos diretamente sem parar. A Figura 7 representa os fluxos de materiais e informações citados acima.



Figura 7: Fluxo de Valor Porta-a-porta

Fonte: Rother e Shook (2003)

De acordo com Figura 7, o MFV deve conter a família de produtos escolhida, seguir a trilha da produção de porta-a-porta, do cliente ao fornecedor, e desenhar corretamente o mapa do estado atual de seus fluxos dentro da empresa.

O último passo é analisar toda situação mapeada do estado atual da empresa e propor a implementação de mudanças para a construção do mapa futuro da empresa. Assim no momento que o estado futuro torna-se real, é necessário refazer um mapa futuro dos processos para elaborar a melhoria contínua na empresa (Luz e Buiar, 2004).

O objetivo de elaborar o mapa do estado futuro é para identificar as fontes de desperdício do processo produtivo e procurar eliminá-las com a implementação de um novo fluxo de valor. A meta é construir um modo de produção baseado sempre nos pedidos e necessidades dos seus clientes (Rother e Shook, 2003).

Conforme Queiroz *et al.* (2004), para que o mapa do estado futuro atinja o fluxo de valor enxuto da matéria-prima ao produto acabado é necessário seguir algumas regras, como:

- Tentar sempre desenvolver um fluxo contínuo;
- Produzir conforme o *takt time*;
- Usar supermercados para controlar a produção dos produtos;
- Realizar o nivelamento do *mix* de produção;
- Enviar a programação do cliente para apenas um processo produtivo;
- Nivelar o volume de produção;
- Fazer toda peça, todo dia, depois a cada turno, a cada hora.

2.5.2 FERRAMENTAS PARA O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

De acordo com Gomes *et al.* (2008), ao fabricar um produto cada estação de trabalho gasta um certo tempo para realizar a tarefa que lhe foi designada. Se os tempos que cada estação gasta para fazer o produto for diferente, é necessário ser feito um estudo de tempos para buscar o balanceamento da produção.

Segundo Barnes (1997, p. 272) “o estudo de tempos determina o tempo que uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando em ritmo normal, gasta para executar uma determinada atividade específica”. Esse tempo, que é medido em minutos, é chamado de tempo padrão para execução de uma operação.

Para realizar a tomada desses tempos, é preciso obter informações necessárias para que sejam escolhidas as seqüências que serão feitas as operações, o número de ciclos que será cronometrado e analisar o ritmo do operador que está sendo observado no seu ambiente de trabalho (Gomes *et al.*, 2008).

Conforme Gomes *et al.* (2008), para realizar a coleta de dados há três tipos de leituras do cronômetro que são: a leitura contínua, a leitura repetitiva e a acumulada. Na leitura contínua, inicia-se a cronometragem do primeiro elemento e continua sem parar o cronômetro até cronometrar todos os elementos. Na leitura repetitiva, o cronômetro é zerado ao fim de cada elemento medido, fornecendo assim tempos diretos sem precisar subtraí-los. Já na leitura acumulada, usam-se dois cronômetros ativados por um mecanismo de alavanca, de tal forma que um pára quando o outro é acionado, esse método permite que o avaliador leia diretamente o tempo do elemento estudado.

Uma forma prática de representar um balanceamento no conceito do STP é usando o quadro de Yamazumi. Esse quadro mostra quais tarefas que cada um dos operadores deverá realizar na montagem do produto o mais próximo da linha do *takt time*. No gráfico mostrado pelo quadro de Yamazumi, o eixo vertical mostra os tempos, representados em segundos ou minutos, e no eixo horizontal há o número de operadores ou postos de trabalho. A linha do *takt time* é determinada para a distribuição de tarefas e balanceamento (Gomes *et al.*, 2008).

De acordo com Gomes *et al.* (2008), o tempo *takt* ideal é o tempo disponível do dia, dividido pelo volume diário de produção. O tempo *takt* real é o tempo disponível de produção descontando perdas, retrabalho e paradas, dividido pelo volume diário de produção.

Para calcular o tempo padrão (*TP*) é preciso seguir os seguintes passos (Martins e Laugeni, 1998):

- i. Após realizar a cronometragem, obter as médias dos tempos, ou seja, o tempo médio (TM) ou o tempo cronometrado (*TCr*);
- ii. Determinar o tempo normal (*TN*):

$$TN = TCr \times Ritmo \quad (3)$$

iii. Determinar o tempo padrão (TP):

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

Onde: FT é o fator de tolerância, se esse fator for, por exemplo, 16% para encontrá-lo é preciso usar essa equação:

$$FT = (1 + 0,16) \quad (5)$$

iv. Deve-se também calcular o tempo de ciclo (TC) e sua eficiência, que são dados por:

$$TC = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{quantidade de peças no tempo de produção}} \quad (6)$$

$$\text{Eficiência} = \frac{TC}{\text{takt time}} \quad (7)$$

A Figura 8 abaixo demonstra um modelo de quadro de Yamazumi por Gomes *et al.* (2008):

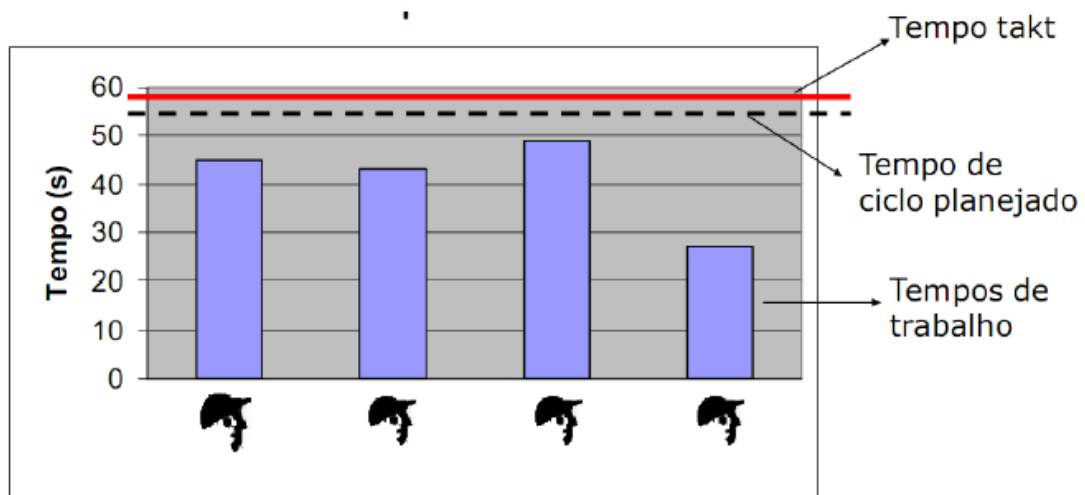


Figura 8: Modelo de Yamazumi

Fonte: Gomes *et al.* (2008)

2.5.3 APLICAÇÕES DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

Chiochetta e Casagrande (2007) realizaram um estudo de caso em uma pequena indústria alimentícia voltada à fabricação de produtos embutidos e defumados derivados de carne suína, que se localiza no município de Toledo na região oeste do Paraná. Optou-se por analisar o fluxo de valor apenas da família de produtos dos embutidos defumados, que envolve Lingüiça Defumada e Salame tipo Italiano, pois correspondem a 80% das vendas da empresa e se difere em muitos aspectos dos processos dos demais produtos. Primeiramente foi realizada uma coleta de dados junto a empresa, que conta com 05 funcionários e sua produção mensal corresponde a aproximadamente 10 toneladas de produtos embutidos e defumados ao mês. Ao realizar o Mapa do Estado Atual da empresa observou-se que esta possuía vários fornecedores espalhados pela micro-região. Notou-se também que é necessária a existência de alguém responsável pelo setor de compras para contatar com os produtores de suínos diretamente. Quando a empresa sofre períodos de escassez de matéria-prima, ela chega a parar alguns dias devido a isso, recorrendo à intermediários para comprar as matérias-primas necessárias à suas produções. Quanto aos clientes da empresa foi notado que havia tantos clientes grandes como supermercados, por exemplo, como clientes pequenos como mercearias, padarias, etc., e todos estão localizados em Toledo e Curitiba. As vendas eram feitas usando o modelo de pronta entrega e ocorriam com maior frequência durante a primeira quinzena do mês, caindo em torno de 40% na última quinzena. Observou-se com clareza que havia uma falta de programação quanto ao volume produzido e transportado até os clientes, ocorrendo na maioria das vezes déficit de produtos devido à má administração dos pedidos. Contudo, em Curitiba as vendas eram melhores, pois, nessa cidade a empresa utilizava intermediários autônomos que compram o produto e revendem para padarias, mercearias, não ocorrendo devoluções dos pedidos para a empresa. Observou-se também que a produção era do tipo empurrada, ou seja, a empresa produz sem ter pedidos feitos do produto, e havia poucos funcionários para exercerem todos os passos do processo produtivo. O *lead time* da empresa era de 05 dias, ao analisar detalhadamente o Mapa de Fluxo de Valor Atual os pesquisadores sugeriram mudanças na forma de programação dos processos mudando a programação para puxada utilizando a tecnologia de informação para ter acesso aos pedidos que devessem ser produzidos a cada semana. Foi sugerido também programar a produção apenas na compra de acordo com a demanda recebida e a eliminação de estoques intermediários objetivando otimizar espaço e racionalizar energia elétrica da câmara fria. Ainda propuseram-se diminuir os tempos que não agregavam valor aos produtos como movimentações desnecessárias;

embalar e despachar produtos acabados em 02 horas após a defumagem e focar no cliente e na satisfação do mesmo. Os principais resultados obtidos com a proposta do Mapa de Fluxo de Valor Futuro foram: redução do *lead time* para 01 dia e do tempo de produção para 22 horas, através da eliminação de estoques intermediários e redução de movimentos desnecessários com transportes e outras movimentações internas dos produtos. Houve também a adoção da produção puxada, onde o cliente inicia o processo produtivo com a realização do seu pedido. E um fator muito positivo notado foi que ocorreu a maior participação e envolvimento dos colaboradores na execução das metas traçadas para atingir a melhoria da empresa.

Rentes *et al* (2003) realizaram um estudo de caso em uma indústria produtora de equipamentos para extração de leite. O item mapeado foi a bomba de vácuo da família das ordenhadeiras, que representa cerca de 80% do custo final dos produtos dessa família e a demanda é de 24 unidades mensais. Ao traçar o Mapa do Estado Atual da Empresa e propor as melhorias para a introdução do Mapa do Estado Futuro, percebeu-se que houve uma grande redução nas movimentações com a eliminação das idas e vindas do rotor, do eixo e do conjunto eixo-rotor entre a empresa e os fornecedores, e ainda foi elaborado um fluxo contínuo para as atividades de lavar, montar tampa, montar componentes, testar bomba vácuo e pintá-la. Houve também uma expressiva redução dos estoques com conseqüente redução do *lead time* em mais de 77%, reduzindo de 67 dias para 15 dias. E, por fim, analisando o número de operadores ociosos e que não agregavam valor ao produto, houve uma redução de 72% das pessoas envolvidas no processo produtivo o que tornou o fluxo mais rápido e sem perdas por ociosidade.

Elias e Alves (2010) desenvolveram um estudo de caso na indústria aeronáutica Embraer. Ao traçar o Mapa do Estado Atual da empresa notou-se que a empresa possuía estoque altíssimo de matéria-prima devido à instabilidade do processo produtivo. Observou-se que as peças eram produzidas em qualquer posição sem nenhuma coordenação, o que gera estoque intermediário entre os processos, tornando o processo descontínuo; havia também elevadas quantidades de horas de retrabalhos e havia também tempos elevados de *setup*. Com a ajuda de uma consultoria externa japonesa, especializada em conceitos sobre manufatura enxuta, foi realizada uma análise sobre o Fluxo de Valor Atual da empresa para assim traçar o Mapa do Estado Futuro da mesma. As propostas desenvolvidas foram: passar a utilizar o sistema puxado a partir dos pedidos dos clientes para isso a linha deverá ter um *takt time*; conhecer a necessidade do cliente para definir o *takt* da linha de produção; definir cada posição do processo para produzir um tipo de produto, para tornar o fluxo contínuo; capacitar cada etapa

do processo com efetivo necessário em função do *takt* da linha e desenvolver *poka yokes* para eliminar problemas de qualidade durante a produção dos produtos.

3. DESENVOLVIMENTO

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa do setor metal-mecânico, que atua desde a década de 80 na área de equipamentos de som de uso profissional.

3.1 Metodologia

Escolheu-se a metodologia deste trabalho após realizar uma análise dos tipos de pesquisas existentes, para encontrar o melhor tipo que se encaixe com este TCC. Existem pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. É muito importante escolher a pesquisa a ser realizada para atingir o real objetivo do trabalho.

Este trabalho pode ser caracterizado como um estudo de caso, cuja pesquisa tem caráter exploratório e qualitativo, ou seja, o seu objetivo principal é familiarizar-se com o tema e adquirir mais conhecimento sobre o assunto Sistema Toyota de Produção. Essa pesquisa depende de uma pesquisa bibliográfica, do acompanhamento do processo produtivo de alto-falantes, da elaboração do Mapeamento de Processos e da análise dos dados obtidos com os Mapas de Fluxo de Valor.

A principal fonte de informação foi o processo produtivo da Empresa em estudo. Os dados foram coletados a partir de observações diretas desse processo produtivo. Foi realizada a coleta de tempos de produção dos produtos e ocorreu a elaboração de Mapas de Fluxo de Valor para analisar os problemas de desperdício da empresa. Além disso, houve o levantamento das opiniões dos gerentes e colaboradores da Empresa EROS ALTO-FALANTES a fim de se obter informações reais sobre cada tarefa e problema dentro da empresa.

Após obter os dados, foi necessária a análise desses dados para propor a melhoria correta para os problemas encontrados. E por fim, poder refazer um novo Mapa de Fluxo de Valor com a situação futura e desejada da empresa.

3.2. Contextualização

A Empresa EROS ALTO-FALANTES atua no ramo de alto-falantes atendendo o mercado interno e externo, possui hoje em sua linha de produção mais de 100 produtos que atendem todas as exigências do mercado.

Para a determinação dos modelos de alto-falantes mais produzidos, foi desenvolvido um Gráfico de Pareto baseado nos dados de produção de 2010 da empresa. Por meio desses dados foi possível analisar os modelos mais produzidos, a Tabela 1 (em anexo) construída foi baseada nas vendas dos produtos.

Assim, com os dados da Tabela 1, foi possível obter o Gráfico de Pareto, conforme Figura 9, e foram encontrados os modelos mais produzidos pela empresa EROS ALTO-FALANTES.

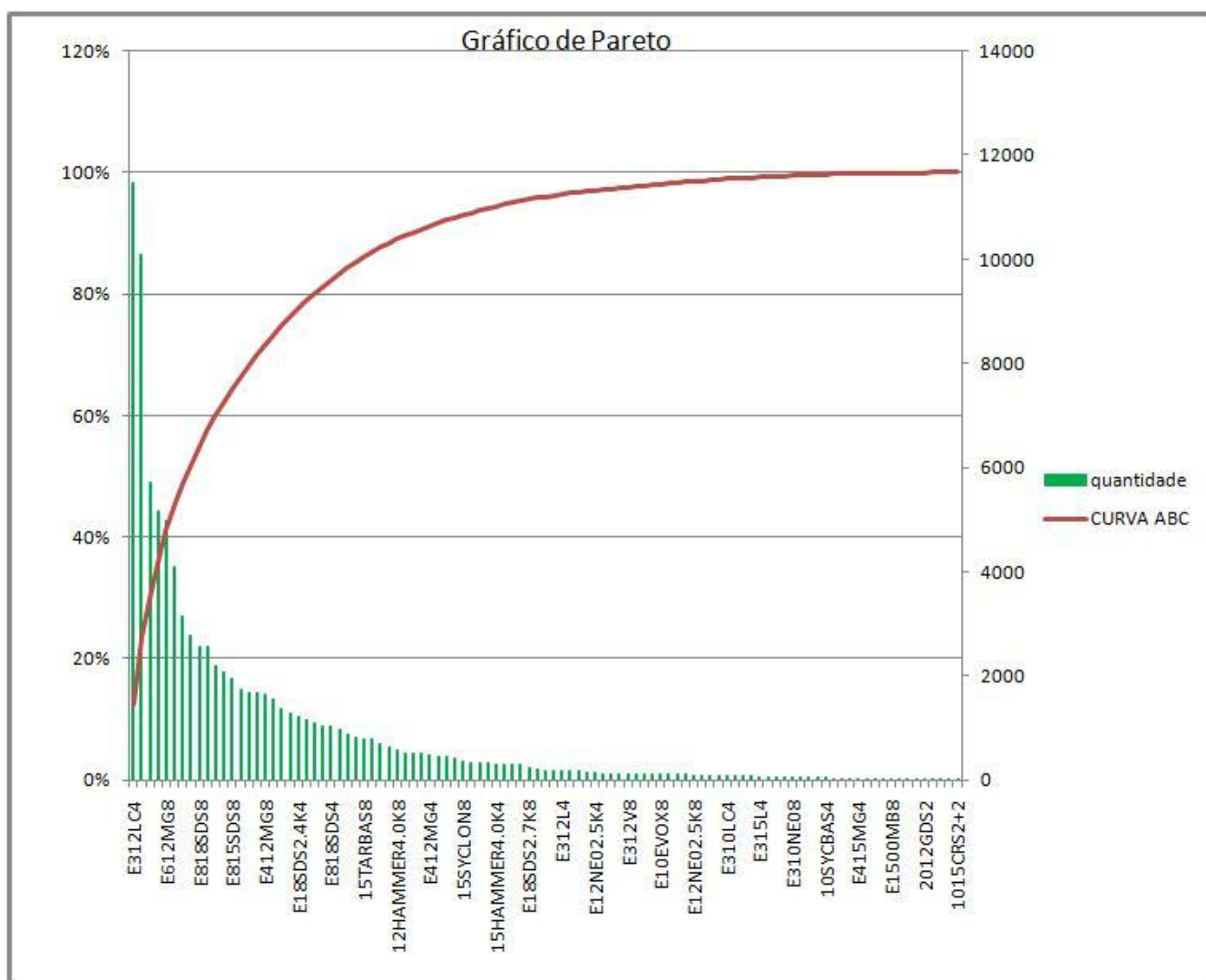


Figura 9: Gráfico de Pareto

Fonte: Autor.

O produto, foco deste estudo de caso, é o alto-falante, um equipamento de som composto por uma base de alumínio (carcaça), um conjunto magnético, bobina mais os componentes de montagem (centragem, anel de encosto) e de dispersão de ondas sonoras (cone e calota). É um produto que se caracteriza por algumas especificações de acordo com a necessidade de aplicação para o conjunto de equipamentos de som a ser montado. Dentre as principais especificações destacam-se a potência, a impedância e a qualidade do som. De acordo com essas qualificações a empresa EROS dispõe de uma variedade de 54 modelos categorizados em subgraves (15) e graves (39). A Figura 10 demonstra os principais componentes de um alto-falante.

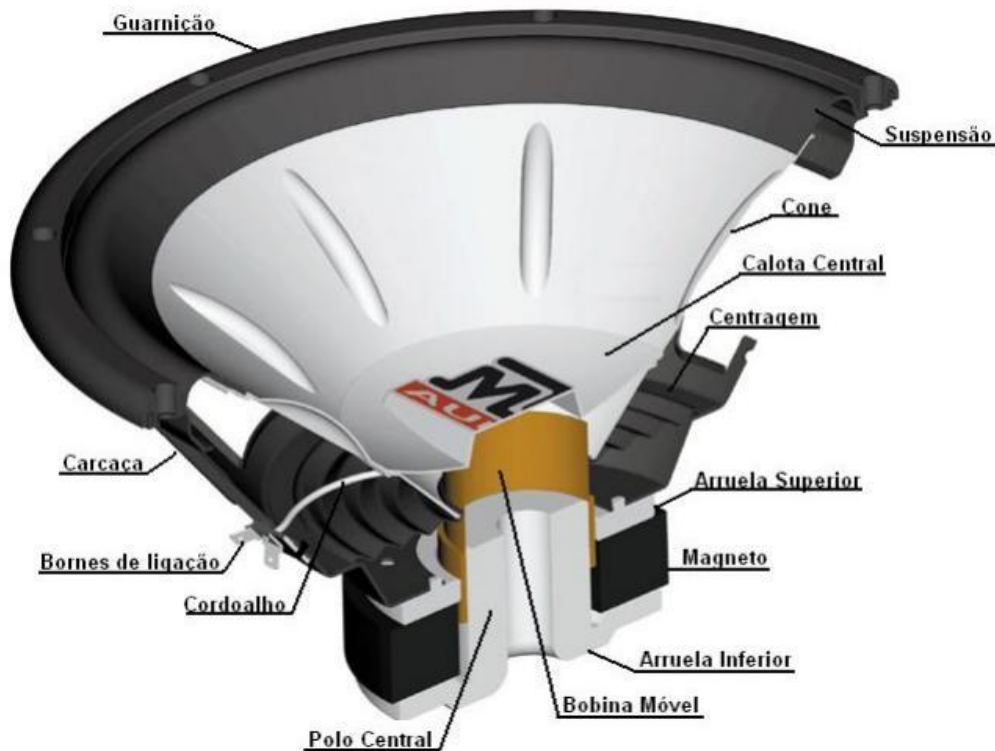


Figura 10: Vista Geral do Alto-Falante e seus principais componentes

Disponível em: [http:// autosom.net](http://autosom.net)

A potência dos alto-falantes, que variam na faixa de 300 W a 1500 W, está diretamente relacionada às variações no diâmetro da bobina e secção do fio mais o diâmetro e espessura do ferrite (imã), ocasionando esta variação nos demais componentes da montagem do conjunto magnético (pino, taioque, arruela lisa e arruela externa). A Figura 11 mostra um modelo de alto-falante produzido pela empresa EROS ALTO-FALANTES.



Figura 11: Modelo de Alto-Falante para Competição

Fonte: Autor.

A empresa Eros Alto-Falantes, devido às vendas crescentes e ao pesado investimento em tecnologia e qualidade, transformou-se em uma empresa nacionalmente conhecida e respeitada. O departamento de produção ajusta a entrada dos pedidos junto ao departamento comercial em função da matéria-prima disponível na fábrica, assim a programação dos modelos a serem fabricados é definida através desse critério.

Atualmente, a Eros Alto-Falantes atende seus clientes com uma média de entrega de 350 volumes/dia. Os seus clientes principais são distribuidores e os demais são lojistas. Os principais distribuidores estão situados nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste. Os alto-falantes são embalados em caixas individuais e encaminhados para o cliente. Ocorrem em média quatro entregas diárias deles.

O tempo de trabalho da empresa é dividido em três turnos, sendo que o 1º turno é das 07h20min – 17h15min, o 2º turno vai das 11h30min – 21h15min e o 3º é das 22h00min – 06h48min. No setor de usinagem o 2º turno vai do 12h20min – 22h18min. Existem horas extras quando necessário e pausas para refeições durante a jornada de trabalho. Apenas o setor de Montagem e Embalagem trabalham em um turno com 16 operadores. O Conjunto Magnético trabalha no primeiro e segundo turno com um total de 6 operadores; a Carcaça trabalha com 5 operadores no 1º turno e 2 operadores no 2º turno; a Usinagem utiliza 1 operador para cada turno; no setor de Preparação da Bobina temos 4 operadores no 1º turno e 3 operadores no 2º turno; na Bobina usa-se 8 operadores no 1º turno, 4 operadores no 2º turno e 5 operadores no 3º turno; na Trefilação há 1 operador para cada turno; na Estamparia o 1º turno trabalha com 2 operadores e os outros dois turnos com 1 operador em cada um e na Usinagem há 5 operadores no 1º turno, 3 operadores no 2º turno e 4 operadores no 3º turno.

3.2 Fluxograma do Processo Produtivo

Realizaram-se análises dos processos produtivos dos alto-falantes da empresa EROS ALTO-FALANTES. Os processos da Eros para a fabricação da família Alto-Falante envolvem a estampagem e usinagem da arruela externa, a usinagem do taioque e o tratamento superficial para estes dois componentes que serão encaminhados para o setor de montagem do conjunto magnético. Essas etapas do processo produtivo da empresa estão detalhadas no fluxograma abaixo, conforme Figura 12.

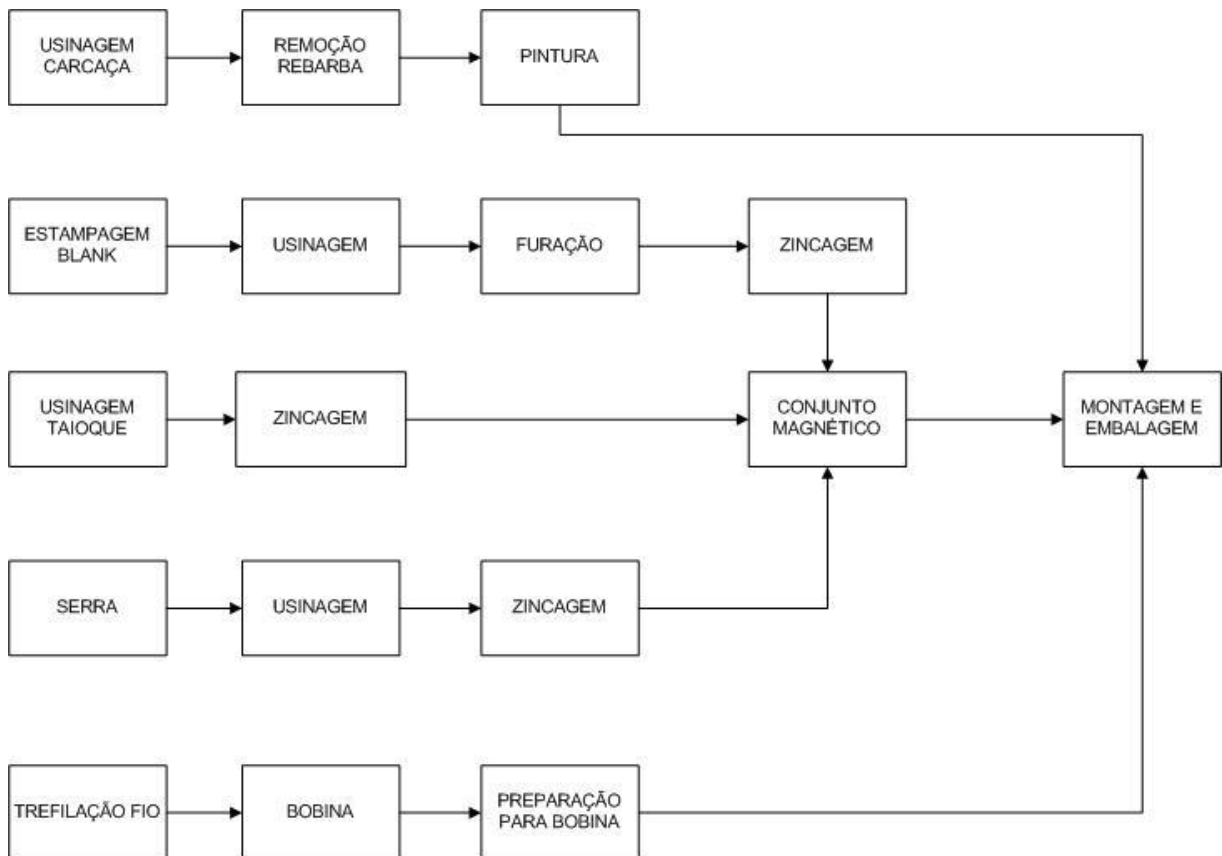


Figura 12: Fluxograma do processo produtivo de alto-falante Eros

Fonte: Autor.

Na Figura 12 são demonstrados os macroprocessos pelos quais o alto-falante passa durante sua produção. Uma descrição sucinta de alguns processos mencionados está delineada nos tópicos posteriores:

I. Montagem

O trabalho de montagem é distribuído por 12 operadores utilizando oito bancadas e mais uma bancada de embalagem. A distribuição do trabalho entre os operadores é feita de forma aleatória, onde lotes de produção são programados e são formadas equipes para a realização dos trabalhos. Conforme as atividades de montagem são concluídas, as equipes são novamente organizadas para atender a novos lotes ou aos lotes em andamento conforme a disponibilidade dos operadores. O tempo de montagem varia em função do modelo do alto-falante. Existem modelos que possuem montagem local do reparo e aqueles modelos que recebem o reparo pronto do processo precedente.

II. Conjunto Magnético

Existem três modelos de conjunto magnético: taioque, pino prensado e pino colado. O modelo taioque representa em média 63% do volume de produção; os modelos pino colado e taioque são montados a partir dos mesmos processos: fixação do ferrite e arruela lisa e prensagem do separador plástico. Os conjuntos montados devem permanecer um dia no estoque para o processo de cura.

III. Carcaça

O setor de carcaça engloba os processos de usinagem, furação e a eliminação das rebarbas, lavagem, pintura e cura. A usinagem tem um processo básico em que ocorre o faceamento do apoio para a fixação do conjunto magnético. O setor de pintura abrange as operações de secagem, onde o produto permanece em uma estufa, pintura eletrostática e o processo de cura. Para o aproveitamento do ciclo do equipamento são utilizadas remessas para completar a carga da estufa. A carcaça é disponibilizada por dois produtos diferentes, existem modelos fabricados com material de aço carbono e os modelos de alumínio.

IV. Bobina

A matéria-prima principal desse processo é o fio que é composto por alumínio, cobre e liga de alumínio. Os fios nacionais são trefilados nos formatos chato e redondo e todos eles são

comprados na bitola 20. Os fios importados da China são utilizados diretamente sem o processo de trefilação. O processo da bobina se caracteriza pelas operações de bobinar, cura, montagem da bobina e acabamento. Após o processo de bobinar todos os demais procedimentos são feitos manualmente. Algumas bobinas passam apenas por processos iniciais: bobinar e cura. Para alguns modelos estão sendo usados o papel isolante com cola, este componente ocasiona melhorias no processo quanto ao procedimento de cura, a cura que era de 50 minutos é reduzida para 10 minutos e também ocorre uma redução do tempo de pré-acabamento (manual) que envolve a retirada do excesso de cola e papel. Estes modelos representam em torno de 50 a 60% do volume de produção.

V. Preparação Bobina/Reparo

Em função da variação dos modelos de bobina, o setor dispõe de três processos de fabricação. Há a ocorrência de retrabalho nas bobinas oriundas do processo precedente. Frequentemente os fios da bobina apresentam comprimento menor, necessitando assim da abertura do papel isolante e da solda de um pedaço, realizando uma emenda.

VI. Trefilação

Os fios são trefilados em dois perfis conforme a aplicação, o redondo e o chato. O fio redondo apresenta um processo mais simples, ele é trefilado uma vez na bitola desejada e depois é realizado o envernizamento e aglutinamento/parafina no mesmo processo. O fio chato é trefilado no perfil redondo e chato, os processos de aglutinamento e parafina são feitos separadamente; a máquina de envernizamento para os fios chato dispõe de duas torres que podem fazer os processos de envernizamento e aglutinamento simultaneamente.

VII. Estamparia

A Estamparia é um setor composto por três prensas, duas hidráulicas e uma excêntrica. Essa etapa envolve os processos de corte e furo para a fabricação das arruelas (lisa e externa). Após o processo de furação, os *blanks* são desempenados na prensa. São utilizadas como matéria-prima as sucatas e as chapas laminadas; as chapas laminadas são usadas apenas para substituir a sucata quando ocorrer a falta deste produto.

VIII. Usinagem

Nesse setor há oito tornos, os processos de usinagem nas peças de taioque e arruelas são parcialmente operados na usinagem e as operações finais são feitas no setor de furação. Em algumas operações durante a usinagem podem ocorrer problemas como retrabalho e ajustes no processo em função da condição do material que eles recebem, ou seja, a sucata pode conter variações na espessura e superfície, pode haver descentralização do furo durante o processo de estampagem, entre outros.

Existem modelos de alto-falantes em que o conjunto pino usinado e arruela externa substituem o taioque. Os modelos montados com sistema taioque representam em média 63% do volume de produção da empresa.

3.3 Estudo dos Tempos

Após analisar e estudar detalhadamente os processos, contando com o apoio da diretoria e de todos colaboradores da empresa, foi feito um estudo dos tempos de produção utilizando um cronômetro. Foi tomado o tempo do processo produtivo de cada modelo de alto-falante, o que demandou um bom tempo para finalizar esse processo de cronoanálise. O primeiro processo cronometrado foi o setor de Bobina. Foram analisados os tempos respectivamente na CNC Bobinadeira, Estufa, Bobinadeira para uniformizar, Máquina de Sacar Bobinas e Pinos, Bancada de Trabalho Manual, Bobinadeira de Fio Chato (II), Bobinadeira Fio Chato (I), Máquina Injetora de Cola, Bancada Para Cortar Papel Kapton, Cavalete Para Pintar Papel Kapton, Guilhotina, Bancada Para Limpar Forma, Bancada Para Cortar Papel Nomex, Bancada de Acabamento da Bobina, Máquina de Picotar Papel Nomex e da Máquina de Cortar Presspan.

Os tempos foram tomados de acordo com os principais modelos produzidos na Eros Alto-Falantes, e de acordo com a Tabela 2 é possível observar as variações de tempos de acordo com o modelo a ser fabricado e os processos pelos quais eles passam, sendo que alguns passam por menos processos que outros tipos, variando mesmo de acordo com o modelo a ser produzido.

Tabela 2: Tempos Bobina.

Estudo de Tempos- Bobina																		
MODELOS DE ALTO-FALANTES	01 - CNC BOBINADEIRA	02- ESTUFA GRANDE	03- BOBINADEIRA (UNIFORMIZAR)	04- MAQUIL.SACAR BOBINA E PINOS	05- BANCADA DE TRABALHO MANUAL	06- BOBINADEIRA FTO CHATO (II)	07- BOBINADEIRA FTO CHATO(I)	08- MAQUINA INJETORA DE COLA	09- BANCADA P/CORTAR PAPEL KAPTON	10- CAVALETE P/ PINTAR PAPEL KAPTON	11- GUILHOTINA	12- BANCADA PARA LIMPAR FORMA	13- BANCADA P/CORTAR PAPEL NOMEX	14-BANCADA DE ACABAMENTO (BOBINA)	15-MAQUINA DE PICOTAR PAPEL (NOMEX)	16-MAQUINA CORTAR PRESSPAN	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
BOB. 612MG-MB/615MG4		0:00:05	0:00:59	0:00:59	0:10:46		0:01:25	0:00:27	0:00:04	0:00:53	0:00:06	0:00:33				0:00:12	0:16:29	989
BOB. 612MG-MB/615MG8		0:00:05	0:00:59	0:00:59	0:10:46		0:01:25	0:00:27	0:00:04	0:00:53	0:00:06	0:00:33				0:00:12	0:16:29	989
BOB. E12 NEO 2.5K 4	0:01:35	0:00:04	0:00:19	0:00:47	0:06:53			0:00:29	0:00:09		0:00:18	0:00:39	0:01:05				0:12:18	738
BOB. E12 NEO 2.5K8	0:01:35	0:00:04	0:00:19	0:00:47	0:06:53			0:00:29	0:00:09		0:00:18	0:00:39	0:01:05				0:12:18	738
BOB. E15 NEO 2.5K 4	0:01:35	0:00:04	0:00:19	0:00:47	0:06:53			0:00:29	0:00:09		0:00:18	0:00:39	0:01:05				0:12:18	738
BOB. E15 NEO 2.5K 8	0:01:35	0:00:04	0:00:19	0:00:47	0:06:53			0:00:29	0:00:09		0:00:18	0:00:39	0:01:05				0:12:18	738
BOB. S-15 TWA 4	0:01:02	0:00:05	0:00:18	0:00:59	0:04:44			0:00:27	0:00:05	0:01:02	0:00:06	0:00:33				0:00:12	0:09:33	573
BOB. 12/15 HAMMER 3.0 K 4	0:00:55	0:00:04	0:00:17	0:00:45	0:04:02			0:00:18	0:00:03		0:00:17	0:01:06	0:00:30	0:01:36			0:09:53	593
BOB.E12-15HAMER3.0K8	0:00:55	0:00:04	0:00:17	0:00:45	0:04:02			0:00:18	0:00:03		0:00:17	0:01:06	0:00:30	0:01:36			0:09:53	593
BOB. E 12 MB 2.2 K 4	0:00:48	0:00:03	0:00:11	0:00:44	0:04:12			0:00:25	0:00:05		0:00:12	0:00:51	0:00:19				0:07:50	470
BOB. E12-MB 2.2K 8	0:00:48	0:00:03	0:00:11	0:00:44	0:04:12			0:00:25	0:00:05		0:00:12	0:00:51	0:00:19				0:07:50	470
BOB. E18-TARGET B4	0:01:42	0:00:25	0:00:14	0:00:32	0:02:50			0:00:48	0:00:25		0:00:11	0:00:19	0:01:23	0:00:44			0:09:33	573
BOB. E 18 TARGET B8	0:01:15	0:00:25	0:00:14	0:00:32	0:02:50			0:00:48	0:00:25		0:00:11	0:00:19	0:01:23	0:00:44			0:09:06	546
BOB. E 15 TARGET B4	0:01:12	0:00:04	0:00:23	0:00:45	0:05:58			0:00:50	0:00:04	0:00:53	0:00:10	0:00:47	0:01:16				0:12:22	742
BOB. E 15 TARGET B8	0:01:12	0:00:04	0:00:23	0:00:45	0:05:58			0:00:50	0:00:04	0:00:53	0:00:10	0:00:47	0:01:16				0:12:22	742
BOB. S6 LINE SKY 8	0:00:56	0:00:01	0:00:20	0:00:05					0:00:01		0:00:04						0:01:27	87
BOB. S12 LINE SKY 4	0:00:55	0:00:05	0:00:10	0:00:43	0:05:47			0:00:20	0:00:11		0:00:18	0:00:41	0:00:42				0:09:52	592
BOB. E 12 HAMMER 4.0K 2	0:01:21	0:00:25	0:00:14	0:00:32	0:02:03				0:00:06		0:00:13	0:00:19	0:00:21	0:05:07	0:00:07		0:10:48	648
BOB. E 12-15 HAMMER 4.0K 4	0:01:12	0:00:25	0:00:14	0:00:32	0:02:03				0:00:06		0:00:13	0:00:19	0:00:21	0:05:07	0:00:07		0:10:39	639
BOB. E 12 HAMMER 4.0K 8	0:00:58	0:00:25	0:00:14	0:00:32	0:02:03				0:00:06		0:00:13	0:00:19	0:00:21	0:05:07	0:00:07		0:10:25	625
BOB. E 12 1600 MG 4	0:01:06	0:00:25	0:00:13	0:00:32	0:02:48			0:00:30	0:00:03		0:00:26	0:00:19	0:00:34	0:00:30			0:07:26	446
BOB. E 12 1600 MG 8	0:01:02	0:00:25	0:00:13	0:00:32	0:02:48			0:00:30	0:00:03		0:00:26	0:00:19	0:00:34	0:00:30			0:07:22	442
BOB. E15-18 SDS 2.7K4	0:01:03	0:00:25	0:00:17	0:00:32	0:01:58				0:00:06		0:00:12	0:00:19	0:00:22	0:04:00	0:00:07		0:09:21	561
BOB. E15-18 SDS 2.7K8	0:01:04	0:00:25	0:00:17	0:00:32	0:01:58				0:00:06		0:00:12	0:00:19	0:00:22	0:04:00	0:00:07		0:09:22	562
BOB.815SDS/S15SDS 8	0:00:57	0:00:04	0:00:15	0:00:45	0:03:27			0:00:18	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:01:40		0:00:09	0:08:49	529
BOB. E2012 GDS 4		0:00:07	0:00:40	0:00:45	0:06:31		0:01:20	0:00:45	0:00:32		0:00:04	0:01:06		0:02:48		0:00:25	0:15:03	903
BOB. E2012-GDS 8		0:00:07	0:00:40	0:00:45	0:06:31		0:01:34	0:00:45	0:00:32		0:00:04	0:01:06		0:02:48		0:00:25	0:15:17	917
BOB.E2015-GDS 4		0:00:04	0:00:40	0:00:45	0:05:36	0:01:17		0:00:45	0:00:03		0:00:07	0:01:06		0:02:23		0:00:26	0:13:12	792
BOB. 818SDS /S18SDS 4	0:01:34	0:00:06	0:00:15	0:00:45	0:04:31			0:00:18	0:00:51		0:00:18	0:01:06		0:01:40		0:00:08	0:11:32	692
BOB. 818SDS /S18SDS 8	0:01:34	0:00:06	0:00:15	0:00:45	0:04:31			0:00:18	0:00:51		0:00:18	0:01:06		0:01:40		0:00:08	0:11:32	692
BOB.E10/12/15SYCLONE4	0:01:02	0:00:02	0:00:11	0:00:13					0:00:44		0:00:12						0:02:24	144
BOB.E10/12/15SYCLONE 8	0:01:22	0:00:02	0:00:11	0:00:13					0:00:44		0:00:12						0:02:44	164
BOB.E10/12/15EVO-X/15CA-400	0:00:47		0:00:06	0:00:11					0:00:03		0:00:10						0:01:17	77
BOB.E312L-LC/315L 4	0:01:10	0:00:04	0:00:19	0:00:17					0:00:38		0:00:19						0:02:47	167
BOB.E12 HAMMER 4.7K 4	0:01:21	0:00:04	0:00:17	0:00:32	0:01:44				0:00:25		0:00:21	0:01:06	0:00:23	0:01:36			0:07:49	469
BOB.E512LC 4	0:00:54	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:08	428
BOB.E18 TARGET BASS 4,5K 4	0:01:26	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29				0:00:30		0:00:15	0:04:15	0:00:44				0:09:41	581
BOB.E18 TARGET BASS 4,5K 8	0:01:08	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29				0:00:30		0:00:15	0:04:15	0:00:44				0:09:23	563
BOB.E18 STRIKE BASS 4	0:01:26	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29				0:00:30		0:00:15	0:04:15	0:00:44				0:09:41	581
BOB.E18 STRIKE BASS 8	0:01:08	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29				0:00:30		0:00:15	0:04:15	0:00:44				0:09:23	563
BOB. E510/512LC/512L 8	0:01:06	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:20	440
BOB. E510/515L 8	0:01:06	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:20	440
BOB. E515LC 8	0:01:06	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:20	440
BOB. E515LC 4	0:00:54	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:08	428
BOB. E510/515L 4	0:00:54	0:00:05	0:00:19	0:00:32	0:01:49			0:00:30	0:01:05		0:01:00	0:00:17	0:00:37				0:07:08	428
BOB.E612/615-MG 8 - TESTE NOMEX		0:00:11	0:00:27	0:00:42	0:03:38		0:01:25	0:00:27	0:00:04		0:00:10	0:00:53	0:01:45	0:01:15			0:10:57	657
BOB. E15 SDS 2,4K 4	0:01:21	0:00:10	0:00:13	0:00:34	0:04:18			0:00:23	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:02:25		0:00:12	0:10:50	650
BOB. E815 SDS 4	0:01:21	0:00:10	0:00:13	0:00:34	0:04:18			0:00:23	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:02:25		0:00:12	0:10:50	650
BOB. S-12 MT 8	0:01:02	0:00:05	0:00:18	0:00:32	0:04:21			0:00:30	0:00:50		0:00:20		0:00:33	0:01:00			0:09:31	571
BOB. E18 SDS 2,4K 4	0:01:21	0:00:10	0:00:13	0:00:34	0:04:18			0:00:23	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:02:25		0:00:12	0:10:50	650
BOB. E12 HAMMER 5,2K 4	0:00:47	0:00:16	0:00:16	0:00:32	0:01:32			0:00:48	0:00:28		0:00:12	0:00:22	0:00:57	0:01:36			0:07:30	450
BOB.E12 HAMMER 5,2K 2	0:00:48	0:00:06	0:00:16	0:00:32	0:01:32			0:00:48	0:00:28		0:00:12	0:00:22	0:00:57	0:01:36			0:07:37	457
BOB. E310-H/S10H 8		0:00:04	0:00:19	0:00:17		0:01:39			0:00:34		0:00:04	0:00:27					0:03:24	204
BOB. E312L-LC-MG/315L 8	0:00:52	0:00:04	0:00:19	0:00:17					0:00:29		0:00:12						0:02:13	133
BOB.E15 SDS 2,4K 8	0:00:52	0:00:10	0:00:13	0:00:34	0:04:18			0:00:23	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:02:25		0:00:12	0:10:21	621
BOB.E18 SDS 2,4K 8	0:00:52	0:00:10	0:00:13	0:00:34	0:04:18			0:00:23	0:00:03		0:00:07	0:01:04		0:02:25		0:00:12	0:10:21	621
BOB.E12 STRONGER 4	0:01:57	0:00:02	0:00:22	0:00:27	0:06:51			0:01:02	0:00:28		0:00:16	0:00:25	0:00:28	0:01:27			0:13:45	825
BOB. E15 TARGETBASS 4,5K 4	0:01:26	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29			0:00:48	0:00:26		0:00:08	0:00:19	0:04:15	0:00:44			0:10:37	637
BOB. E15 TARGETBASS 4,5K 8	0:01:08	0:00:16	0:00:14	0:00:32	0:01:29			0:00:48	0:00:26		0:00:08	0:00:19	0:04:15	0:00:44			0:10:19	619

Fonte: Autor.

O próximo processo cronometrado foi o de Montagem do Conjunto Magnético, esse processo foi dividido em Máquina de Prensa e em Bancada de Preparação e Prensa do Conjunto Magnético. Na Tabela 3 são apresentados os tempos de cada processo variando também conforme o modelo de alto-falante produzido.

Tabela 3: Tempos do Conjunto Magnético

Estudo de Tempos- Conjunto Magnético				
Modelo de Alto-Falantes	01- Prensa	02- Bancada Preparação e Prensa do Conjunto Magnético	Total	Total em Segundos
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO HAMER2.5K/12MB2.2K 4		0:01:53	0:01:53	113
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12-STRONGER 4 EROS	0:00:41	0:02:24	0:03:05	185
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E 310-H EROS	0:00:36	0:01:53	0:02:29	149
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E-312L/LC/315LC 4		0:01:55	0:01:55	115
CONJUNTO MAGNETICO COMP.E10-12-15 SYCLONE 8		0:01:18	0:01:18	78
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E 412 MG 4/8 EROS	0:00:36	0:02:18	0:02:54	174
CONJUNTO MAGNETICO COMP.815-818 SDS 8 EROS/ST	0:00:07	0:01:34	0:01:41	101
CONJUNTO MAGNETICO COMP.E15-18 TARGET BASS 4	0:00:07	0:01:45	0:01:52	112
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO 415-L 4/8 EROS	0:00:27	0:01:35	0:02:02	122
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E-1200-MB 4/8 EROS	0:00:23	0:02:16	0:02:39	159
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 3.0K 4	0:00:36	0:02:19	0:02:55	175
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 3.0 K 8	0:00:36	0:02:19	0:02:55	175
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO S-15 TWA 4 STANER	0:00:24	0:01:40	0:02:04	124
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO S-12 LINE SKY 4	0:00:34	0:02:46	0:03:20	200
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO PS 100/6 LINE BARIO 8	0:00:04	0:02:04	0:02:08	128
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E-312-L/LC/315LC 8		0:01:55	0:01:55	115
CONJUNTO MAGNETICO COMP.E10-12-15 SYCLONE 4		0:01:18	0:01:18	78
CONJUNTO MAGNETICO COMP.815-818-SDS 4 EROS/ST	0:00:07	0:01:34	0:01:41	101
CONJUNTO MAGNETICO COMP.E15-18 TARGET BASS 8	0:00:07	0:01:45	0:01:52	112
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12-MB 2.2K 8		0:01:53	0:01:53	113
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 1.6K 4	0:00:23	0:02:16	0:02:39	159
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 1.6K 8	0:00:23	0:02:16	0:02:39	159
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E15/18SDS2.4/2.7K 4 EROS	0:00:09	0:02:23	0:02:32	152
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E15/18SDS 2.4/2.7K 8 EROS	0:00:09	0:02:23	0:02:32	152
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E612/615 MG 4/8 EROS	0:00:55	0:02:21	0:03:16	196
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 4.7K 2 EROS	0:00:17	0:02:11	0:02:28	148
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 4.7K 4 EROS	0:00:17	0:02:11	0:02:28	148
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 4.7K 8 EROS	0:00:17	0:02:11	0:02:28	148
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E10-12-15 EVOX/S-15CA400 8		0:01:04	0:01:04	64
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO S-6 LINE SKY 8 STANER	0:00:13	0:01:41	0:01:54	114
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E15/18 TARGET BASS 4.5K 4		0:03:42	0:03:42	222
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E15/18 TARGET BASS 4.5K 8		0:03:42	0:03:42	222
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 5,2K 2 EROS	0:00:41	0:07:05	0:07:46	466
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 5,2K 4 EROS	0:00:41	0:07:05	0:07:46	466
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E510/512/515L-LC 4 EROS	0:00:17	0:01:39	0:01:56	116
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E510/512/515L-LC 8 EROS	0:00:17	0:01:39	0:01:56	116
CONJUNTO MAGNETICO COMPLETO E12 HAMMER 5,2K 8 EROS	0:00:41	0:07:05	0:07:46	466

Fonte: Autor.

Outro processo a ser analisado foi o processo de Montagem do alto-falante, o tempo de montagem também varia de acordo com o modelo de alto-falante a ser montado. A montagem é dividida em duas linhas de produção, a linha 1 envolve aqueles modelos de alto-falantes que recebem o reparo pronto do processo anterior à montagem e a linha 2 envolve aqueles modelos que possuem montagem local do reparo. A Tabela 4 demonstra os tempos da Montagem.

Tabela 4: Tempo de Montagem Alto-Falante

Estudo de Tempos- Montagem de Alto-Falantes						
Modelos de Alto-Falantes	BANCADA DE PREPARACAO DE CONES	BANCADA DE PREP. DE CARCACAS	LINHA DE MONTAGEM	IMANTADEIRA	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
815 SDS 4 EROS	0:01:45	0:01:22	0:08:08		0:11:15	675
815 SDS 8 EROS	0:01:45	0:01:22	0:08:08		0:11:15	675
E515-NEO 4 EROS	0:02:25	0:02:42	0:11:50		0:16:57	1017
E515 NEO 8 EROS	0:02:25	0:02:42	0:11:50		0:16:57	1017
15 G STANER	0:00:13	0:00:46	0:05:31		0:06:30	390
10" LN 8 STANER	0:02:34	0:00:52	0:10:07		0:13:33	813
S12-M 4 STANER	0:02:26	0:01:01	0:07:55		0:11:22	682
S12-M 8 STANER	0:02:26	0:01:01	0:07:55		0:11:22	682
PS 100 10" STANER	0:00:11	0:01:05	0:05:09		0:06:25	385
180 V STANER	0:00:15		0:03:47		0:04:02	242
180-V EROS	0:00:15		0:03:47		0:04:02	242
180-G STANER	0:00:15		0:03:47		0:04:02	242
S-15 CA 400 8 STANER	0:00:12	0:00:35	0:06:07		0:06:54	414
15"FS-FECOND STANER	0:00:12	0:00:35	0:06:07		0:06:54	414
5"LA 8 STANER	0:00:15	0:00:41	0:04:05		0:05:01	301
5"LN 8 STANER	0:00:15	0:00:41	0:04:05		0:05:01	301
180-HN 4 STANER	0:00:09	0:00:30	0:05:29		0:06:08	368
180-HN 8 STANER	0:00:09	0:00:30	0:05:29		0:06:08	368
S-15 LN 4 STANER	0:02:25	0:02:42	0:11:50		0:16:57	1017
15 B STANER	0:00:13	0:00:46	0:05:31		0:06:30	390
E-312-LC 4 - EROS	0:00:20	0:00:36	0:05:32		0:06:28	388
E-312-LC 8 - EROS	0:00:20	0:00:36	0:05:32		0:06:28	388
E 312-L4 EROS	0:00:20	0:01:40	0:05:32		0:07:32	452
E 312-L8 EROS	0:00:20	0:01:40	0:05:32		0:07:32	452
E-315-LC 4 EROS	0:02:32	0:00:36	0:07:48		0:10:56	656
E-315 LC 8 EROS	0:02:32	0:00:36	0:07:48		0:10:56	656
E12-STRONGER BASS 4 EROS	0:04:12	0:02:16	0:11:38		0:18:06	1086
S-12 LINE SKY 4 STANER	0:01:20	0:01:52	0:12:15		0:15:27	927
S-6 LINE SKY 8 STANER	0:00:25	0:00:54	0:07:53		0:09:12	552
S-6 LINE BARIO 8 STANER	0:00:21	0:00:48	0:05:48		0:06:57	417
E-1200-MB 4 EROS	0:01:36	0:01:15	0:08:15	0:00:32	0:11:38	698
E-1200-MB 8 EROS	0:01:36	0:01:15	0:08:15	0:00:32	0:11:38	698
E2015-GDS 4 EROS	0:02:11	0:01:11	0:12:17	0:00:28	0:16:07	967
E2015-GDS 8 EROS	0:02:11	0:01:11	0:12:17	0:00:28	0:16:07	967
E18 TARGET BASS 4 EROS	0:02:56	0:01:30	0:10:51	0:00:31	0:15:48	948
E18 TARGET BASS 8 EROS	0:02:56	0:01:30	0:10:51	0:00:31	0:15:48	948
E12 HAMMER 4.0K 2 EROS	0:02:20	0:01:15	0:11:34	0:00:28	0:15:37	937
E12 HAMMER 4.0K 4 EROS	0:02:20	0:01:15	0:11:34	0:00:28	0:15:37	937
E12 HAMMER 4.0K 8 EROS	0:02:20	0:01:15	0:11:34	0:00:28	0:15:37	937
E12-1600MG 4 EROS	0:02:30	0:01:15	0:09:47	0:00:30	0:14:02	842
E12-1600MG 8 EROS	0:02:30	0:01:15	0:09:47	0:00:30	0:14:02	842
E12 HAMMER 3.0K 2 EROS	0:02:36	0:01:15	0:12:20	0:00:27	0:16:38	998
E12 HAMMER 3.0K 4 EROS	0:02:36	0:01:15	0:12:20	0:00:27	0:16:38	998
E12 HAMMER 3.0K 8 EROS	0:02:36	0:01:15	0:12:20	0:00:27	0:16:38	998
E15-TARGET BASS 4 EROS	0:02:57	0:01:11	0:10:46	0:00:32	0:15:26	926
E15 TARGET BASS 8 EROS	0:02:57	0:01:11	0:10:46	0:00:32	0:15:26	926
E612-MG 4 EROS	0:02:28	0:01:15	0:08:36		0:12:19	739
E612-MG 8 EROS	0:02:28	0:01:15	0:08:36		0:12:19	739
E 310-H 8	0:01:40	0:00:57	0:12:11		0:14:48	888
E15 SDS 2.4K 4 EROS	0:02:28	0:01:11	0:10:11	0:00:30	0:14:20	860
E15 SDS 2.4K 8 EROS	0:02:28	0:01:11	0:10:11	0:00:30	0:14:20	860
E15 SDS 2.7K 4 EROS	0:03:14	0:01:11	0:09:43	0:00:30	0:14:38	878
E15 SDS 2.7K 8 EROS	0:03:14	0:01:11	0:09:43	0:00:30	0:14:38	878
E18 SDS 2.4K 4 EROS	0:02:48	0:01:30	0:12:32	0:00:30	0:17:20	1040
E18-SDS 2.4K 8 EROS	0:02:48	0:01:30	0:12:32	0:00:30	0:17:20	1040
S-12 CA 200 8 STANER	0:00:12	0:00:35	0:03:58		0:04:45	285
818 SDS 8 EROS	0:02:33	0:01:30	0:11:57	0:00:33	0:16:33	993
818 SDS 8 STANER	0:02:33	0:01:30	0:11:57	0:00:33	0:16:33	993
818-SDS 4 STANER	0:02:33	0:01:30	0:11:57	0:00:33	0:16:33	993
818-SDS 4 EROS	0:02:33	0:01:30	0:11:57	0:00:33	0:16:33	993
E12MB 2.2K 4 EROS	0:02:22	0:01:43	0:10:34	0:00:37	0:15:16	916
E12MB 2.2K 8 EROS	0:02:22	0:01:43	0:10:34	0:00:37	0:15:16	916
E10 SYCLONE 4 EROS	0:02:05	0:00:35	0:07:30		0:10:10	610
E10 SYCLONE 8 EROS	0:02:05	0:00:35	0:07:30		0:10:10	610
E12 SYCLONE 4 EROS	0:02:05	0:00:35	0:07:30		0:10:10	610
E12 SYCLONE 8 EROS	0:02:05	0:00:35	0:07:30		0:10:10	610
E12 HAMMER 1.6K 4 EROS	0:01:36	0:01:15	0:08:15	0:00:32	0:11:38	698
E12 HAMMER 1.6K 8 EROS	0:01:36	0:01:15	0:08:15	0:00:32	0:11:38	698
E12 HAMMER 4.7K 2 EROS	0:02:36	0:01:15	0:10:02	0:00:27	0:14:20	860
E12 HAMMER 4.7K 4 EROS	0:02:36	0:01:15	0:10:02	0:00:27	0:14:20	860
E12 HAMMER 4.7K 8 EROS	0:02:36	0:01:15	0:10:02	0:00:27	0:14:20	860
E512 LC 4 EROS	0:01:33	0:01:23	0:10:20		0:13:16	796
E512 LC 8 EROS	0:01:33	0:01:23	0:10:20		0:13:16	796
E18 TARGET BASS 4,5K 4 EROS	0:03:02	0:01:30	0:09:48	0:00:27	0:14:47	887
E18 TARGET BASS 4,5K 8 EROS	0:03:02	0:01:30	0:09:48	0:00:27	0:14:47	887
E12 MB 3,2K 4 EROS	0:02:32	0:01:15	0:10:37	0:00:25	0:14:49	889
E510-LC 4 EROS	0:01:32	0:01:27	0:10:24		0:13:23	803
E510-LC 8 EROS	0:01:32	0:01:27	0:10:24		0:13:23	803
E515-LC 4 EROS	0:01:14	0:01:17	0:10:33		0:13:04	784
E515-LC 8 EROS	0:01:14	0:01:17	0:10:33		0:13:04	784
E15 TARGET BASS 4,5K 4 EROS	0:03:04	0:01:11	0:09:47	0:00:34	0:14:36	876
E15 TARGET BASS 4,5K 8 EROS	0:03:04	0:01:11	0:09:47	0:00:34	0:14:36	876
E515-L 4 EROS	0:01:14	0:00:52	0:11:23		0:13:29	809
E515-L 8 EROS	0:01:14	0:00:52	0:11:23		0:13:29	809
E12-MB 3,2K 2 EROS	0:02:32	0:01:15	0:10:37	0:00:25	0:14:49	889
E12-MB 3,2K 8 EROS	0:02:32	0:01:15	0:10:37	0:00:25	0:14:49	889
E510-L 4 EROS	0:01:32	0:00:58	0:09:25		0:11:55	715
E510-L 8 EROS	0:01:32	0:00:58	0:09:25		0:11:55	715
E18 STRIKE BASS 4,5K 4 EROS	0:03:02	0:01:30	0:10:11	0:00:24	0:15:07	907
E18 STRIKE BASS 4,5K 8 EROS	0:03:02	0:01:30	0:10:11	0:00:24	0:15:07	907
E12 HAMMER 5,2K 2 EROS	0:02:45	0:00:53	0:12:33	0:01:10	0:17:21	1041
E12 HAMMER 5,2K 4 EROS	0:02:45	0:00:53	0:12:33	0:01:10	0:17:21	1041
E12 HAMMER 5,2K 8 EROS	0:02:45	0:00:53	0:12:33	0:01:10	0:17:21	1041
E208 NEO 8 EROS	0:02:28	0:00:44	0:07:53	0:00:39	0:11:44	704
S-208 NEO 8 STANER	0:02:28	0:00:44	0:07:53	0:00:39	0:11:44	704
E12 STRONGER 4 EROS	0:03:26	0:04:15	0:15:45		0:23:26	1406

Fonte: Autor.

Depois de realizada a cronometragem no setor de Carcaça, que engloba os processos do uso do Torno, Furadeira e Pintura ou Banho das Peças, foi possível obter os resultados conforme Tabela 5.

Tabela 5: Tempos Carcaça

Estudo de Tempos- Carcaça					
Modelos de Alto-Falantes	TORNO	FURADEIRA DE BANCADA - CARCACA	BANHO DE PEÇAS (USINAGEM)	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
CARCACA E310-H	0:03:14	0:01:31	0:00:07	0:04:52	292
CARCACA E12HAMER3.0/4.0K/E12MG2.8K/412MG/S12FT/E121600MG		0:00:45	0:00:12	0:00:57	57
CARCACA E12HAMMER 1.6K/612MG/1200MB		0:01:19	0:00:12	0:01:31	91
CARCACA 818SDS-MD/1800G/2.4K		0:02:06	0:00:20	0:02:26	146
CARCACA E18 TARGET BASS/SDS2.7K	0:01:43	0:01:04	0:00:20	0:03:07	187
CARCACA E15-TARG BASS	0:01:30	0:00:43	0:00:07	0:02:20	140
CARCACA PS-100/10GLA/310HB USINADA	0:05:15	0:02:46	0:00:07	0:08:08	488
CARCACA E12 HAMMER 4.7K 2/4/8 USINADA	0:00:58	0:00:45	0:00:12	0:01:55	115
CARCACA #E15-SDS 2.7K	0:00:50	0:00:43	0:00:07	0:01:40	100
CARCACA S6 LINE BARIO USINADA	0:03:25	0:03:27	0:00:07	0:06:59	419
CARCA S6 LINE SKY USINADA	0:01:43	0:02:57	0:00:07	0:04:47	287
CARCACA E15 HAMMER 3,0K 4/8	0:00:52	0:00:57	0:00:12	0:02:01	121
CARCACA #412G/MB/2.2K/2012GDS/E12HAMER2.5K/E12MB3.2K	0:00:42	0:00:45	0:00:12	0:01:39	99
CARCACA #E15 HAMMER 4.7K 4/8 USINADA	0:01:00	0:00:35	0:00:13	0:01:48	108
CARCACA E12 HAMMER 5,2K 2/4/8 USINADA	0:00:58	0:02:08	0:00:12	0:03:18	198
CARCACA 12"VORAX			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA 312L/12HT/GUI/FURI/ESW30			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA 312-V/S12-M			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA E512-NEO 4/8			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA #412G/MB/2.2K/2012GDS/E12HAMER2.5K/E12MB3.2K			0:00:12	0:00:12	12
CAR. 815SDS-MD/415MG/G/CB/615MG/15TWA/2015			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA E1012-CRS			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA E12 NEO 2.5K 4/8			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA S12 LINE SKY			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA 12-GC4			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA 12-FC8/4			0:00:12	0:00:12	12
CARCACA E2018-SDS			0:00:20	0:00:20	20
CARCACA E1018-CDB 2			0:00:20	0:00:20	20
CARCACA E15 STRONGER SPLII			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15B/G/T2/EX			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA E-315-L 4/8			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15-FC8-4 /15 K			0:00:07	0:00:07	7
CAR. 815SDS-MD/415MG/G/CB/615MG/15TWA/2015			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 415V-L-S-FLY 4/8			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 415 C			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA E1015-CDB/CRS			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15"VORAX			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15"PANZER E1215			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15NEO 2.5K			0:00:07	0:00:07	7
CARCACA 15 LN/515 NEO			0:00:07	0:00:07	7

Fonte: Autor.

A próxima análise foi no setor de Usinagem nas peças taioque e arruelas. Nesse setor têm-se os seguintes processos: Torno, Furadeira, Mesa de Rebarba, Prensa, Banho de Peças, Preparação Intermediária e Fresa, como mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Tempos Usinagem

Estudo de Tempos-Usinagem												
Modelos de Alto-Falantes	CNC - PNEUMÁTICA I E II	CNC HIDRAULICA GALAXY 10	FURADEIRA DE BANCADA	FURADEIRA PARA ROSCAS	MULTI FUROS - PINOS	MULTI FUROS 2 - ARRUELAS	TORNO CONVENCIONAL PARMO 180	BANHO DE PECAS(USINAG.)	PREPARAÇÃO INTERMEDIÁRIA	FREZA(MANUTEN)	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
ARR.EXT.C/T-YOKE C/CANAL 12HAMER 1.6K					0:01:15					0:00:17	0:01:32	92
ARR.EXT.C/T-YOKE E12MB 2.2K/HAMER					0:01:25					0:00:28	0:01:53	113
ARR.EXT.C/T-YOKE 210X98.3X79 E15-18SDS2.4K		0:04:51			0:01:25					0:00:28	0:06:44	404
ARR.EXT.C/T-YOKE 210X98.3X75 12-15HAME3.0K	0:04:30	0:04:24			0:01:25					0:00:28	0:10:47	647
ARR.EXT.C/T-YOKE CANALE15-18 TARGET	0:04:05				0:01:25					0:00:28	0:05:58	358
ARR.EXT.C/T-YOKE 815-818SDS					0:01:26					0:00:29	0:01:55	115
ARR.EXT.C/T-YOKE FREZADA 1200/1500MB					0:01:45					0:01:07	0:02:52	172
ARR.EXT.C/T-YOKEC/CANAL-FREZ 2012/2015GDS					0:01:12					0:01:13	0:02:25	145
ARR.EXT.C/T-YOKE 190X98.3X74 S-15 TWA 4		0:06:36			0:01:26		0:03:05			0:00:29	0:11:36	696
ARR.LISA 98X53.10X6.00MM S-6 LINE SKY 8 USIN.											0:00:00	0
ARR.EXT.98X42.55X8MM S-6 LINE SKY 8 USINADA	0:01:32										0:01:32	92
PINO 60.6X15X29.20MM S-6 LINE SKY 8 USINADA		0:00:49	0:00:34	0:00:56	0:00:51						0:03:10	190
ARR.LISA 210X102.5X15.70MM S12 LINE SKY 4		0:02:33									0:02:33	153
ANEL ALUM.107X102.7X8MM E2018SDS/12LINE 4	0:01:17	0:00:48		0:00:26		0:00:45				0:00:19	0:03:35	215
ARR.LISA 210X102X18.5MM E12 HAMMER 4.0K 2		0:00:46									0:01:07	67
ARR.LISA 210X101.2X18.5MM E12 HAMMER 4.0K 4	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49		0:00:02	0:00:19		0:03:28	208
ARR.LISA 210X100.9X18.5MM E12 HAMMER 4.0K8	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.EXT.C/T-YOKE 210X96.9X75 E12-1 HAMER4.0K	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ANEL ALUM.107.6X102.2X12MM E12 HAMER4.0K2					0:01:25					0:00:28	0:01:53	113
ANEL AL.107.6X101.4X12MM E12-15 HAMMER 4.0K4		0:00:46						0:00:02	0:00:19		0:01:07	67
ANEL AL.107.6X101.1X12MM E12-15 HAMMER4.0K8		0:00:46						0:00:02	0:00:19		0:01:07	67
ARR.EXT.C/PINO 57X24.9X26.7MM DRIVER EFD 35-S		0:00:46						0:00:02	0:00:19		0:01:07	67
ARR.EXT.190X89.5X11.415V/L/S/MG/C412MG/MB/FT		0:01:40									0:01:40	100
ANEL AL. HAMER2.5/3.0K4/12MB2.2K4	0:00:38										0:00:38	38
ARR.LISA 210X102.6X22MM E15 HAMER 3.0K 4		0:00:45						0:00:02	0:00:19		0:01:06	66
ARR.LISA 210X102.3X22MM E15 HAMER 3.0K 8	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.LISA 207X102.5X14MM 815/818SDS/2.4K 4	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.LISA 207X102X14-815/818SDS/15-18SDS2.4K8	0:01:34					0:00:22				0:00:20	0:02:35	155
ARR.LISA 12HAMER2.5K/12MB2.2K 4	0:01:34				0:00:19					0:00:20	0:02:35	155
ARR.LISA 210X102.3X15.7MM E12MB-2.2K8	0:01:17	0:00:48		0:00:20		0:00:42				0:00:19	0:03:26	206
ARR.LISA 210X106.2X14MM 15/18TARGET BASS 4	0:01:17	0:00:48		0:00:20		0:00:42				0:00:19	0:03:26	206
ARR.LISA 210X105.2X14MM E15-18TARGET BASS 8	0:01:59				0:00:19	0:00:37				0:00:20	0:03:15	195
PINO 60.6X25.5X27.5MM S12-15FS/S10PS/E215FR	0:01:59				0:00:19	0:00:37				0:00:20	0:03:15	195
ARR.LISA 123X53.2X6.8MM S10-PS100/S10 ALS											0:00:00	0
ARR.EXT.C/TYOKE TARGET 4.0K			0:00:40	0:00:34							0:01:14	74
PLUG DE FASE ALUMINIO P/DRIVER 7169-7130-7200					0:01:22					0:00:36	0:01:58	118
ARR.EXT.C/T-YOKE 210X98.3X78 E12-1600MG4/8											0:00:00	0
ARR.LISA 210X102.3X8MM E12 HAMMER 1.6K 4					0:01:25					0:00:28	0:01:53	113
ARR.LISA 210X102X8.00MM E1200MB/E1500MB 4/8	0:00:37	0:01:14	0:00:16	0:00:34		0:00:19					0:03:00	180
PINO 128X52X24MM E12-15NEO 2.5K 4/8	0:01:15	0:01:11	0:00:16	0:00:34		0:00:19					0:03:35	215
PLUG DE FASE ALUMINIO EFD-35/EFD-40 (USINADO)											0:00:00	0
ARR.LISA 143X65.8X7.00 E10/12/15SYCLON-BAS 4		0:00:43									0:00:43	43
ARR.LISA 143X65.5X7MM E10/12/15 SYCLONE 8			0:00:18	0:00:25		0:00:18					0:01:01	61
ARR.EXT.210X96.9X76MM E12 HAMMER 4.7K 4			0:00:18	0:00:25		0:00:18					0:01:01	61
ARR.LISA 210X103.4X18.5MM E12 HAMER 3.0K 2	0:04:05				0:02:04					0:00:34	0:06:43	403
ARR.LISA 210X102.6X18.5MM E12 HAMMER 3.0K 4	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.LISA 210X102.3X18.5MM E12 HAMMER 3.0K 8	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.EXT.160X72X9.2MM E512 LC 4 (USINADO)	0:01:36	0:00:22	0:00:20	0:00:21		0:00:49					0:03:28	208
ARR.LISA 160X80X9.2MM E512LC 4 (USINADO)	0:00:49										0:00:49	49
PINO 76.3X45X44.5MM E512 LC 4 (USINADO)	0:00:49		0:00:21	0:00:24		0:00:14					0:01:48	108
PINO 76.3X40X32.3MM E310-LC 4 (USINADO)			0:00:26		0:01:01						0:01:27	87
ARR.EXT.C/T-YOKE 210X98.3X78 E12MG2.8K4/8 (USIN)											0:00:00	0
ARR.LISA 210X102.3X13MM E12-MG 2.8K 4 (USINADA)					0:01:28					0:00:29	0:01:57	117
ARR.LISA 210X102X13MM E12-MG 2.8K 8 (USINADA)	0:01:53		0:00:22	0:00:38		0:00:37					0:03:30	210
ARR.LISA 210X110X14 E18 TARGET 4.5K 4 (USINADA)	0:01:53		0:00:22	0:00:38		0:00:37					0:03:30	210
ARR.EXT.C/T-YOKE E18 TARGET 4.5K (USINADA)	0:01:53		0:00:22	0:00:38		0:00:37					0:03:30	210
ARR.EXT.210X45X18.5 E12 HAMMER 5.2K 2/4/8 (USINADA)					0:01:28					0:00:29	0:01:57	117
PINO 96.9X42X87 E12 HAMMER 5.2K 2/4/8 (USINADO)											0:00:00	0
ANEL ALUM. E12 HAMMER 2.5K/3.0K/2.2MB 8 (USINADA)					0:00:59					0:00:32	0:01:31	91
ANEL ALUM. E12 HAMMER 1.6K 8 (USINADO)		0:00:55									0:00:55	55
ANEL ALUM. E12 HAMMER 2.5K/3.0K/2.2MB 4 (USINADA)		0:00:55									0:00:55	55
ANEL ALUM. E12 HAMMER 3.0K 2 (USINADO)		0:00:55									0:00:55	55
PINO 76.3X45X36.3MM E310-H (USINADO)		0:00:55									0:00:55	55
ARR.LISA DRIVER ETD-7169 (USINADA)											0:00:00	0
ANEL ALUM.FUND 169X130X7 E12 HAMMER 5.2K USINADO	0:00:37		0:00:41	0:00:26							0:01:44	104
PINO 35.9X12.7X3MM 180-V (USINADO)											0:00:00	0
PINO 62.7X35X32.3MM 15B/EXT2/T/A/315L/18FC(USINADO)											0:00:00	0
ARR.EXT.E10-12 EVO-X BASS 4 USINADO											0:00:00	0
ARR.EXT.E10-12-15 EVO-X/S-15 CA400 USINADO											0:00:00	0
ARR.EXT.10GC/SS/GS/G/BS/15K (USINADO)											0:00:00	0
ARR.LISA 98X39.3X6.35 180-V/G/8"SKILL											0:00:00	0
PINO E12 PB 4/8 USINADO	0:00:21										0:00:21	21
ARR.LISA E12 P 4 USINADA											0:00:00	0
ARR.LISA E12 P 8 USINADA			0:00:18	0:00:25		0:00:18					0:01:01	61
ARR.LISA E12 PB 4 USINADA			0:00:18	0:00:25		0:00:18					0:01:01	61
ARR.LISA E12 PB 8 USINADA			0:00:58	0:00:23							0:01:21	81
ARR.LISA E6 CHAPA 16			0:00:58	0:00:23							0:01:21	81
ARR.LISA E12-700MB 4 USINADA			0:01:04	0:00:26							0:01:30	90
ARR.LISA E12-700MB 8 USINADA			0:00:22	0:00:25		0:00:15					0:01:02	62
ARR.EXT.E12 P 4/8 USINADA			0:00:22	0:00:25		0:00:15					0:01:02	62

Fonte: Autor.

Foram observados também os tempos que se levam para a preparação do Cone que compõe o Alto-Falante, esses tempos variam de acordo com o modelo produzido e estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7: Tempos Preparação do Cone

Estudo de Tempos- Preparação do Cone						
Modelos de Alto-Falantes	PINTURA DO CONE	PRENSA	BANCADA PARA BANHAR CONES	BANCADA DE PREPARAÇÃO	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
E12 TESTE 4, 7K 2 EROS	0:00:31	0:00:10	0:00:16		0:00:57	57
E12 MB 2,2K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E12 HAMMER 4, 7K 2/4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E12 HAMMER 3,0K 2/4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
S-612 NEO 4 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 CA 200 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 TOP 600 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 MT 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E512-NEO 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E12 SUBGRAVE 2+2 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E512-LC 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
ESW-30 GOLD 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
ESW-30 4 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
ESW-12 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-12 HT 4 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E312-MG 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-12 GUIT 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 M 4/8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 F/F2/FC 8/S-12 FC 4 STANER/E12-C 4/8		0:00:10			0:00:10	10
S-12 G/K 105 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-12 GA/FURIA 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E12-A 8 EROS/S-12 G 16 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E12 PLUS CHINA/700MB/612MG/1200MB4		0:00:10			0:00:10	10
E12 SYCLONE/EVOX/STRONGER BASS 4		0:00:10			0:00:10	10
E12-CH 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E12 HAMMER 2 5K 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E12 VC-IND 4/E12-EP 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E18 STRIKE BASS 4,5K 4/8 EROS	0:00:58	0:00:10	0:00:31	0:00:36	0:02:15	135
E18 TARGET BASS		0:00:10	0:00:31	0:00:39	0:01:20	80
ESW-10 IND. 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E10-CH 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E10FC-C-CST 4 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
E15-CH 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E10-EP 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E10 SYCLONE-EVOX BASS 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E15 SYCLONE PLUS 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E15 STRONGER SPL II 1/2 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-10 GA-GC-SS 4/8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-10 BS/ESW-10 4 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-10 PS-GLA-ALS/310HB 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-10 LN 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-415 B/S-315 BF-B-BA-K 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
ESW-25 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
ESW-25 4 GOLD EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-315 L-H/S-15 A-VST 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-15 G-T2 4 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-15 K-T 4 STANER/E15-FC 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S415L FLY 8 STANER/E1015-18 2 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-15 EX 4 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E215-FR/S-15 FS 8 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-15 N 3 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-418 S-V-M-K 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-418 SBP 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E310-H 8 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
E418 L 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E310-LC 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E510-LC 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E515-LC 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E10 SYCLONE-EVOX-COMBAT 4/8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E18-FC 8 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E1010-CRS 2+2 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S412 FT 5/S412MG-MB 4/8 STANER		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
S-412 G 8 STANER/E412-G 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E15 HAMMER 3,0K-4,0K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E15 HAMMER 4, 7K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
S415S 5/S15CB-G-SDS 4/8 STANER		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E1600-MG 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E515MG/1500MB/515NEO 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E2018-SDS 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E18 TARGET BASS 4,5K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E2012-GDS 1/2/4/8		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E12-MG 2 8K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E12-MB 3 2K 2/4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
E15-SDS 2 4K-2,7K 4/8 EROS		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
S-12 LINE SKY 4 STANER		0:00:10	0:00:16		0:00:26	26
S-8 VP6 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-6 LINE SKY-LINE BARIO 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
E208-NEO 8 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
E8 CORNETADO 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E160-CR-MBR 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
E169-C60 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-8 SB 8 STANER/ESW-20 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-180 H 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
180-G 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
180-V 8 EROS/STANER		0:00:10			0:00:10	10
160-FR 8/6 SKILL-JAMMER 12 4 STANE		0:00:10			0:00:10	10
S-160 F 8 STANER/E160-MB-C 4 EROS		0:00:10			0:00:10	10
S-5 LN 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-5 CT-LA 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10
S-5 CT-LA 8 STANER		0:00:10			0:00:10	10

Fonte: Autor.

A próxima tomada de tempos realizada foi realizada no setor de Montagem e Reparo dos Alto-Falantes. Nessa etapa são produzidos reparos para caso haja defeitos nos produtos acabados e entregues aos clientes. Os tempos também variam de acordo com o modelo de Alto-Falante e estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Tempos Reparo

Estudo de Tempos- Reparo de Alto-Falantes								
Modelos de Alto-Falantes	BANCADA DE PREPARAÇÃO DA BOBINA	MÁQUINA DE DECAPAR FIOS	MÁQUINA INJETORA DE COLA	MÁQUINA DE CORTAR PRESSPAN	MÁQUINA DE FURAR BOBINA	BANCADA DE REPARO	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
REPARO P/FALANTE E2012 GDS 4 EROS	0:02:58					0:02:02	0:05:00	300
REPARO P/FALANTE E2012-GDS 8 EROS	0:02:58					0:02:02	0:05:00	300
REPARO P/FALANTE E15-TARGET BASS 4 EROS		0:00:34				0:03:53	0:04:27	267
REPARO P/FALANTE E15-TARGET BASS 8 EROS		0:00:34				0:03:53	0:04:27	267
REPARO P/FALANTE E18 TARGET BASS 4 EROS		0:00:24				0:03:02	0:03:26	206
REPARO P/FALANTE E18 TARGET BASS 8 EROS		0:00:24				0:03:02	0:03:26	206
REPARO P/FALANTE E12-MB 2.2K 4 EROS		0:00:25	0:01:27			0:05:08	0:07:00	420
REPARO P/FALANTE E12-MB 2.2K 8 EROS		0:00:30	0:01:27			0:05:08	0:07:05	425
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 3.0K 4 EROS		0:00:25	0:00:38			0:03:59	0:05:02	302
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 3.0K 8 EROS		0:00:30	0:00:38			0:03:59	0:05:07	307
REPARO P/FALANTE S-6 LINE SKY 8 STANER	0:03:04	0:00:55	0:00:41	0:00:08		0:03:04	0:07:52	472
REPARO P/FALANTE S-6 LINE BARIO 8 STANER	0:03:04	0:00:55	0:00:41	0:00:08		0:03:04	0:07:52	472
REPARO P/FALANTE S-12 LINE SKY 4 STANER		0:00:25	0:00:38			0:03:59	0:05:02	302
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.0K 2 EROS		0:00:25				0:05:03	0:05:28	328
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.0K 4 EROS		0:00:25				0:05:03	0:05:28	328
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.0K 8 EROS		0:00:30				0:05:03	0:05:33	333
REPARO P/FALANTE E10 SYCLONE 4	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:08	0:05:39	339
REPARO P/FALANTE E10 SYCLONE 8	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:08	0:05:39	339
REPARO P/FALANTE E 12-SYCLONE 4	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:08	0:05:39	339
REPARO P/FALANTE E12-SYCLONE 8	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:08	0:05:39	339
REPARO P/FALANTE E15 SYCLONE 4	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:10	0:05:41	341
REPARO P/FALANTE E15 SYCLONE 8	0:02:40	0:00:17	0:00:23	0:00:11		0:02:10	0:05:41	341
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.7K 2 EROS		0:00:17				0:02:07	0:02:24	144
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.7K 4 EROS		0:00:17				0:02:07	0:02:24	144
REPARO P/FALANTE E12 HAMMER 4.7K 8 EROS		0:00:17				0:02:07	0:02:24	144
REPARO P/FALANTE E18 TARGET BASS 4.5K 4 EROS		0:00:34				0:03:02	0:03:36	216
REPARO P/FALANTE E18 TARGET BASS 4.5K 8 EROS		0:00:34				0:03:02	0:03:36	216
REPARO P/FALANTE E18 STRIKE BASS 4.5K 4 EROS		0:00:24				0:03:02	0:03:26	206
REPARO P/FALANTE E18 STRIKE BASS 4.5K 8 EROS		0:00:24				0:03:02	0:03:26	206
REP. P/FALANTE E612MG/E1200MB/S1200MB 4 EROS	0:02:30					0:02:45	0:05:15	315
REP. P/FALANTE E612MG/E1200MB/S1200MB 8 EROS	0:02:30					0:02:45	0:05:15	315
REPARO P/FALANTE E15 SDS 2.7K 4 EROS		0:00:25				0:04:08	0:04:33	273
REPARO P/FALANTE E15 SDS 2.7K 8 EROS		0:00:25				0:04:08	0:04:33	273
REPARO P/FALANTE E18 SDS 2.7K 4 EROS		0:00:25				0:04:16	0:04:41	281
REPARO P/FALANTE E18 SDS 2.7K 8 EROS		0:00:25				0:04:16	0:04:41	281
REPARO P/FALANTE E15 SDS 2.4K 4 EROS		0:00:25				0:03:03	0:03:28	208
REPARO P/FALANTE E15 SDS 2.4K 8 EROS		0:00:25				0:03:03	0:03:28	208
REPARO P/FALANTE E18 SDS 2.4K 4 EROS		0:00:25				0:03:47	0:04:12	252
REPARO P/FALANTE E18 SDS 2.4K 8 EROS		0:00:25				0:03:47	0:04:12	252
REPARO P/FALANTE E315-LC 4 EROS	0:02:42	0:00:25	0:00:35	0:00:13	0:00:34	0:03:22	0:07:51	471
REPARO P/FALANTE E315-LC 8 EROS	0:02:42	0:00:25	0:00:35	0:00:13	0:00:34	0:03:22	0:07:51	471
REPARO P/FALANTE E412MG/412MB 4 EROS/STANER	0:02:30					0:03:14	0:05:44	344
REPARO P/FALANTE E412MG/412MB 8 EROS/STANER	0:02:30					0:03:14	0:05:44	344
REPARO P/FALANTE E310-H 8 EROS/STANER	0:10:29	0:00:05	0:00:23	0:00:13	0:00:09	0:02:45	0:14:04	844
REPARO P/FALANTE E 312 LC 4 EROS/S-12LC 4	0:02:42	0:00:25	0:00:35	0:00:13	0:00:34	0:02:10	0:06:39	399
REPARO P/FALANTE E 312 LC 8 EROS/STANER	0:02:42	0:00:25	0:00:35	0:00:13	0:00:34	0:02:10	0:06:39	399
REPARO P/FALANTE E310-LC 4 EROS	0:03:45	0:00:24	0:00:27	0:00:13		0:01:47	0:06:36	396
REPARO P/FALANTE E310-LC 8 EROS	0:03:45	0:00:24	0:00:27	0:00:13		0:01:47	0:06:36	396
REPARO P/FALANTE E12-1600MG 4 EROS	0:02:30					0:02:57	0:05:27	327
REPARO P/FALANTE E12-1600MG 8 EROS	0:02:30					0:02:57	0:05:27	327
REPARO P/FALANTE S15-B 4 STANER	0:02:57	0:00:13	0:00:20	0:00:04		0:03:10	0:06:44	404
REPARO P/FALANTE S12 HT 4 STANER	0:02:54	0:00:20	0:00:51	0:00:10		0:02:23	0:06:38	398
REPARO P/FALANTE E12 EP 8 EROS	0:01:47	0:00:08	0:00:16	0:00:06	0:00:10	0:02:58	0:05:25	325
REPARO P/FALANTE E15 EVO-X/S15-CA400 8 EROS	0:01:56	0:00:11	0:00:41	0:00:06	0:00:11	0:02:42	0:05:47	347
REPARO P/FALANTE E12 EVO-X 4 EROS	0:02:14	0:00:07	0:00:24	0:00:08		0:01:57	0:04:50	290
REPARO P/FALANTE E12 EVO-X 8 EROS	0:02:14	0:00:07	0:00:24	0:00:08		0:01:57	0:04:50	290

Fonte: Autor.

Por fim têm-se as análises dos processos finais de fabricação dos alto-falantes, os processos de pintura eletrostática e embalagem, respectivamente demonstrados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9: Tempos Pintura

Estudo de Tempos- Pintura				
Modelos de Alto-Falantes	ESTUFA	CAMARA ELETROSTATICA	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
DISSIPADOR CALOR C/PINT.ELETROST. ETD7130-N	0:00:37	0:00:19	0:00:56	56
CARCACA C/PINT.ELETROST.612MG/1200MB/HAMER1.6 K	0:00:38	0:00:38	0:01:16	76
CARCACA C/PINT.ELETROST. E-312-L 4-8/ESW-30	0:00:38	0:00:38	0:01:16	76
CARCACA C/PINT.ELETROST. 312-V	0:00:38	0:00:38	0:01:16	76
CARCACA C/PINT.ELETROST. E1012-CRS	0:00:38	0:00:38	0:01:16	76
CARCACA C/PINT.ELETROST. 12-FC8/4	0:00:38	0:00:38	0:01:16	76
CARCACA C/PINT.ELETROST. 15-FC8/4	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. 415-C 2	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELET.815SDS-MD/415MG/G/615MG	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E15 HAMER 3.0K 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E15-TARGET 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E15 NEO 2.5K 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E515-NEO 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E15 STRONGER	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E 315-L 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. 415-V-L 4/8	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. 415-C	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST. E1015-CDB/CRS	0:00:47	0:00:42	0:01:29	89
CARCACA C/PINT.ELETROST.E18 TARGET BASS 4/8	0:01:12	0:01:01	0:02:13	133
CARCACA C/PINT.ELETROST. E818 SDS-MD/2.4K	0:01:11	0:01:22	0:02:33	153
CARCACA C/PINT.ELETROST. E2018-SDS 4/8	0:01:12	0:01:01	0:02:13	133
CARCACA C/PINT.ELETROST. E-418SL/L/418-V	0:01:11	0:01:22	0:02:33	153
CARCACA C/PINT.ELETROST. E-1800 G 8	0:01:11	0:01:22	0:02:33	153
CARCACA C/PINT.ELETROST. E1018-CDB 2 CHUMBO	0:01:11	0:01:22	0:02:33	153
CARCACA C/PINT.ELETROST.E12 HAMMER 3.0 K	0:00:38	0:00:47	0:01:25	85
CARCACA C/PINT.ELET.2.2K/2.5K/2012GDS	0:00:38	0:00:47	0:01:25	85
CARCACA C/PINT.ELETROST. E-512-NEO 4/8	0:00:38	0:00:47	0:01:25	85
CARCACA C/PINT.ELETROST. E12 NEO 2.5K 4/8	0:00:38	0:00:47	0:01:25	85
CARCACA C/PINT.ELETROST. S-12 LINE SKY	0:00:38	0:00:47	0:01:25	85
CARCACA C/PINT.ELETROST. E 310-H	0:00:37	0:00:33	0:01:10	70
CARCACA C/PINT.ELETROST. 251-V/E310-V 4/8	0:00:37	0:00:33	0:01:10	70
CARCACA C/PINT.ELETROST. ESW-25	0:00:37	0:00:33	0:01:10	70
CARCACA C/PINT.ELETROST. E310-NEO 4/8 PT CRAQ	0:00:37	0:00:33	0:01:10	70
CARCACA C/PINT.ELETROST. 10-FC 4/8	0:00:37	0:00:33	0:01:10	70
CARCACA C/PINT.ELETROST. S-6 LINE SKY	0:01:02	0:00:46	0:01:48	108
CARCACA C/PINT.ELETROST. S-6 LINE BARIO	0:01:02	0:00:46	0:01:48	108
CARCACA C/PINT.ELETROST. E12 HAMMER 4.7K 2/4/8	0:00:43	0:00:48	0:01:31	91
CARCACA C/PINT.ELETROST. E15 HAMMER 4,7K 4/8	0:00:48	0:00:41	0:01:29	89

Fonte: Autor.

Tabela 10: Tempos Embalagem

Estudo de Tempos- Embalagem			
Modelos de Alto-Falantes	BANCADA DE EMBALAGEM	TOTAL	TOTAL EM SEGUNDOS
EMBALAGEM COMPL. E310-H EROS	0:02:25	0:02:25	145
EMBALAGEM COMPL. E512-LC EROS	0:02:28	0:02:28	148
EMBALAGEM COMPL. E515L-LC EROS	0:03:19	0:03:19	199
EMBALAGEM COMPL. E315-LC EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 SYCLONE PLUS 8 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 SYCLONE 4 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 EVO-X 4 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 COMBAT 4 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 SYCLONE 8 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 EVO-X 8 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E15 COMBAT 8 EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E312-LC EROS	0:02:28	0:02:28	148
EMBALAGEM COMPL. E412G/412MG EROS	0:03:05	0:03:05	185
EMBALAGEM COMPL. E612MG 4/8 EROS	0:03:05	0:03:05	185
EMBALAGEM COMPL. E12 HAMMER 4,7K 2/4/8 EROS	0:02:39	0:02:39	159
EMBALAGEM COMPL. E12 HAMMER 1,6K/3,0K/4,0K 4/8 EROS	0:03:05	0:03:05	185
EMBALAGEM COMPL. E12 HAMMER 3,0K/4,0K 2 EROS	0:03:05	0:03:05	185
EMBALAGEM COMPL. E818-SDS EROS	0:03:53	0:03:53	233
EMBALAGEM COMPL. E2018-SDS/2,4K/18TARGETBASS EROS	0:03:53	0:03:53	233
EMBALAGEM COMPL. E315L-LC 4 EROS	0:03:31	0:03:31	211
EMBALAGEM COMPL. E315-S 4 VORAX EROS	0:03:31	0:03:31	211
EMBALAGEM COMPL. E415V-L 8 EROS	0:03:31	0:03:31	211
EMBALAGEM COMPL. E815-MD EROS	0:03:31	0:03:31	211
EMBALAGEM COMPL. E15-FC/215FR EROS	0:03:31	0:03:31	211
EMBALAGEM COMPL. E815-SDS/415-C EROS	0:03:09	0:03:09	189
EMBALAGEM COMPL. E415MG-G/E615-MG 4 EROS	0:03:09	0:03:09	189
EMBALAGEM COMPL. E1500MB/15HAMER3,0K/15SDS2,4K EROS	0:03:15	0:03:15	195
EMBALAGEM COMPL. E1500MB/515NEO/E2015GDS 4/8 EROS	0:03:37	0:03:37	217
EMBALAGEM COMPL. E15 CH 8 EROS	0:03:37	0:03:37	217
EMBALAGEM COMPL. E312-G 8/12VC-IND 4 EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E12 PLUS CHINA 4 EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E312-LC 8 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E312-LC 4 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E12 COMBAT 8 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E12 EVO-X 8 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E12 SYCLONE 8 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E12 COMBAT 4 EROS	0:03:27	0:03:27	207
EMBALAGEM COMPL. E12 EP EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E12-250 LC 4 EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E12 SYCLONE BASS 4 EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E12 EVO-X BASS 4 EROS	0:03:48	0:03:48	228
EMBALAGEM COMPL. E2012GDS 2-4-8/1200MB	0:03:34	0:03:34	214
EMBALAGEM COMPL. 512NEO/E12NEO2,5K 4/8 EROS	0:03:34	0:03:34	214
EMBALAGEM COMPL. E312-S VORAX EROS	0:03:52	0:03:52	232
EMBALAGEM COMPL. E12-FC/E12-C EROS	0:03:52	0:03:52	232
EMBALAGEM COMPL. E312-V 8 EROS	0:03:52	0:03:52	232
EMBALAGEM COMPL. E512-L 4/8 EROS	0:03:52	0:03:52	232
EMBALAGEM COMPL. E12 HAMMER 5,2K 2/4 EROS	0:04:04	0:04:04	244
EMBALAGEM COMPL. E12 HAMMER 5,2K 8 EROS	0:04:04	0:04:04	244

Fonte: Autor.

Com o término do estudo de tempos do processo produtivo dos alto-falantes e depois de compreender como o chão-de-fábrica da Eros Alto-Falantes funciona atualmente e de realizar entrevistas com todos os departamentos da empresa para obter informações sobre os fluxos de produção do produto, foi possível realizar o Mapeamento do Fluxo de Valor Atual da empresa, conforme Figura 13. A ferramenta utilizada para a construção desse mapa foi o Microsoft Visio 2010, um programa importante com inúmeras ferramentas que auxiliam na construção de Mapas do Fluxo de Valor, fluxograma, etc.

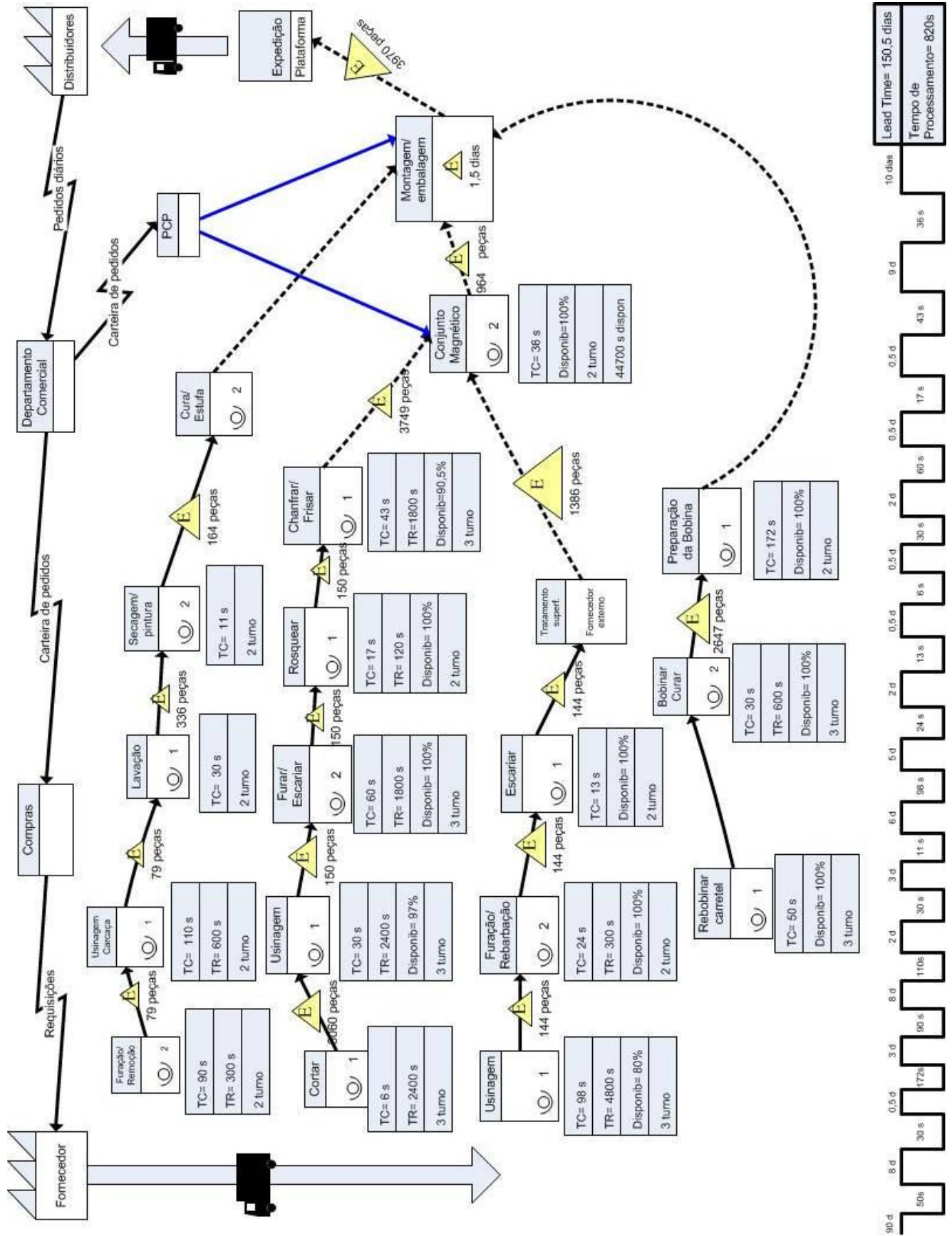


Figura 13: Mapeamento de Fluxo de Valor Atual

Fonte: Autor.

Abaixo segue as simbologias utilizadas no MFV para facilitar a interpretação do mesmo, conforme Figura 14.

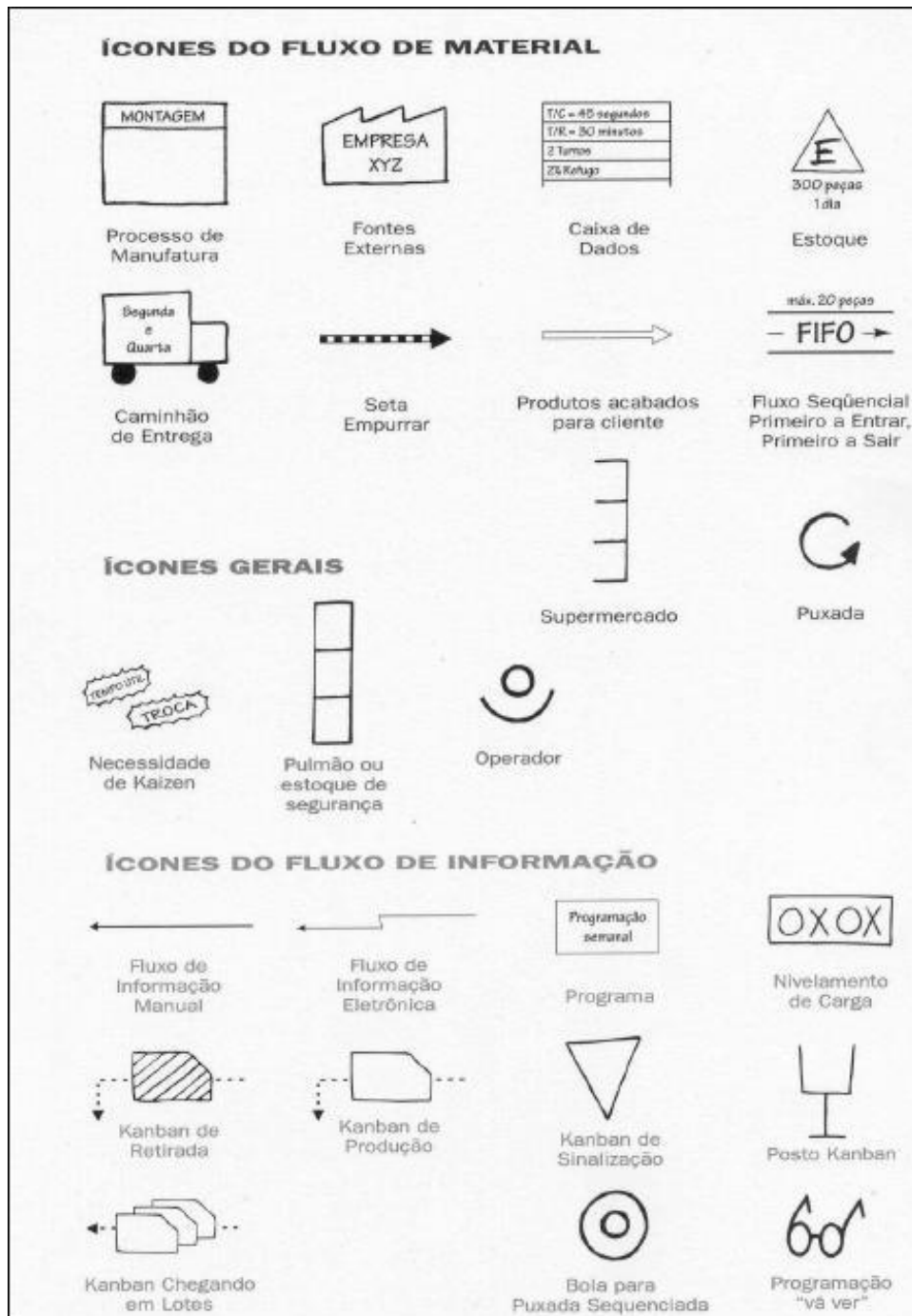


Figura 14: Ícones para a construção do MFV

Fonte: Rother e Shook (1999).

3.4 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ATUAL

Após a construção do Mapeamento de Fluxo de Valor Atual da empresa Eros Alto-Falantes, Figura 13, e analisá-lo, nota-se que há um grande *lead time* de produção, de aproximadamente 150 dias. Isso ocorre devido a existência de um grande estoque em processo e devido ao uso de um sistema de produção baseado em lote empurrado.

A análise do MFV Atual da empresa demonstra que os desperdícios na produção eram muitos causados pela falta de programação da produção na fábrica. Essa programação dos modelos de alto-falantes a serem fabricados é definida por meio do ajuste da entrada dos pedidos, que é feito pelo departamento de produção junto do departamento comercial, em função da matéria-prima disponível na fábrica. Porém, devido ao aumento do número de vendas a empresa hoje enfrenta problemas como falta de matéria-prima para a fabricação dos seus produtos, como a falta de cone, por exemplo, assim esse atraso gera problemas na programação da produção ocasionando perdas no processo produtivo.

3.5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Atualmente a empresa Eros Alto-Falantes, em função dos problemas mencionados anteriormente, atende a seus clientes com uma média de entrega de 365 volumes/dia e conforme as informações do departamento comercial a empresa dispõe em carteira o equivalente a 900 volumes/dia. Nesse caso a solução proposta é a extensão do tempo de produção no dia da linha de montagem, ou seja, abrindo um segundo turno de trabalho caso este nível de demanda seja consistente ao longo do ano e caso essa proposta não aumente os custos da empresa portanto, faz-se necessário realizar uma viabilidade econômica antes de aplicar essa alternativa de solução.

Há pontos no fluxo produtivo da empresa, onde fabricar em fluxo contínuo não é possível, pois, há ciclos muito rápidos como na estamperia, existem também alguns processos distantes exigindo transportes longos. Assim conclui-se que há a necessidade de fabricar em lotes com o uso de supermercados para controlar a produção. É preciso também introduzir um supermercado de produtos acabados na expedição da fábrica e um supermercado central de peças, subdividido em Conjunto Magnético e Montagem.

No setor de Montagem a proposta de melhoria é a desenvolver um fluxo contínuo desde a montagem do conjunto magnético até a montagem final, o objetivo da criação desse fluxo é o

de eliminar estoque em processo entre as duas operações e eliminar o tempo de espera na linha de montagem. Outra melhoria consiste em criar um sistema puxado e nivelado com supermercados de produtos acabados para gerar apenas uma espera de 4 dias de estoque do produto acabado no supermercado. É preciso também desenvolver rotas para a movimentação de materiais entre supermercados e células de montagem para eliminar o tempo de espera, e ao projetar uma nova linha de montagem faz-se necessário construir prateleiras para o abastecimento de peças e distribuir uniformemente os operadores conforme o modelo do produto e o tipo de trabalho que exige.

No setor de Bobina e Reparo as propostas de melhoria são: estabelecer um sistema puxado com supermercado para bobinas e reparos para atingir uma meta de 2 dias de estoque para o componente bobina e 1 dia para o reparo; criar uma célula com os processos de bobinar e cura utilizando um sistema onde a primeira peça que entra é a primeira que sai, um processo que substitui o supermercado para manter o fluxo entre dois processos, para a transferência das peças de um processo para outro; criar um fluxo contínuo na célula montagem da bobina ligada em um sistema em que a primeira peça que entra é a primeira que sai, nos processos de cura e estabelecer fluxos contínuos nas células de acabamento da bobina e de montagem e reparo da bobina.

No setor de Usinagem a proposta é criar um sistema puxado com supermercado para Arruelas Lisas Zincadas com uma meta de 3 dias de espera apenas no estoque e para Taioque Zincado com a permanência de 4 dias em estoque; criar um fluxo contínuo nas células de usinagem e furação eliminando o estoque no processo; introduzir a troca rápida de ferramentas e criar um sistema onde a primeira peça que entra é a primeira que sai, para a transferência das peças da célula para o fornecedor externo gerando um estoque máximo de armazenamento de 150 peças.

No setor de Estamparia é preciso criar um sistema puxado com supermercados para as Arruelas Estampadas com a meta de permanência de apenas 4 dias em estoque; é necessário desenvolver um fluxo contínuo através de uma célula de estampagem, incluindo as operações de corte e furar, objetivando eliminar o estoque no processo; usar a troca rápida de ferramentas e diminuir a existência de retrabalhos na operação de descentralização do furo.

No setor de Carcaça o objetivo proposto é o de criar um sistema puxado com supermercado para Carcaças pintadas com a meta de permanecer 2 dias em estoque e um para Carcaças

usinadas com a meta de ficar 4 dias em estoque; desenvolver também um sistema onde a primeira peça que entra é a primeira que sai, para a transferência das peças da cabine de pintura ao forno de cura; é preciso criar um fluxo contínuo através de uma célula de manufatura incluindo as operações de furação, eliminação de rebarbas, usinagem, lavagem e secagem, gerando um estoque apenas de 15 peças no processo e é preciso introduzir a troca rápida de ferramentas no processo produtivo.

Para os problemas que a empresa enfrenta com os fornecedores, a solução proposta é a de criar uma relação entre fornecedor e empresa de extrema confiabilidade para que o fornecedor entregue a matéria-prima solicitada na data pré-determinada, evitando faltas e perdas para a empresa.

Além das melhorias que foram propostas, pode-se sugerir outras melhorias analisando o Mapeamento do Fluxo de Valor Atual da empresa com o auxílio do gráfico de Yamazumi. Por meio do Mapeamento já realizado anteriormente percebe-se que os grandes desperdícios da empresa são os materiais que ficam parados durante o processo produtivo gerando desperdícios para a produção de alto-falantes. Ao construir o gráfico de Yamazumi é possível identificar as atividades que cada operador deverá realizar para que o ritmo de trabalho se assemelhe ao *takt time* que será calculado.

Primeiramente foi feita uma análise do *takt time* do processo produtivo, ele serve para sincronizar o ritmo de produção com a razão da demanda do cliente. Sabe-se que o tempo de produção na empresa analisada é de 9h55min menos 1h10min de almoço, 20min de parada para o café e 15min de limpeza, o que totaliza 29400s de tempo de trabalho. A demanda atendida em média é de 365 alto-falantes/dia. Logo, teremos o *takt time* de:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ de\ Trabalho\ Disponível}{Demanda}$$

$$Takt\ Time = \frac{29400}{365}$$

$$Takt\ Time = 80,55\ s/peça \quad (8)$$

Após encontrar o *takt time* ideal para o processo produtivo, elaborou-se o Gráfico de Yamazumi visando identificar como os recursos poderão ser melhorados para reduzir os desperdícios durante os processos produtivos.

Tabela 11: Tempo de Ciclo e Takt Time

Processo	Tempo de Ciclo (TC) (segundos)	Takt Time (segundos)
Rebobinar carretel	50	80,55
Bobinar Curar	30	
Preparação da bobina	172	
Usinagem	98	
Furação/Rebarbação	24	
Escariar	13	
Cortar	6	
Usinagem	30	
Furar/Escariar	60	
Rosquear	17	
Chanfrar/Frisar	43	
Furação/Remoção	90	
Usinagem	110	
Lavação	30	
Secagem/Pintura	11	
Conjunto Magnético	36	
Total	820	

Fonte: Autor

Após elaborar a Tabela 11 com os Tempos de Ciclo de cada processo produtivo de fabricação do alto-falante e com o *takt time* desejado, é possível observar que existem processos com tempo de ciclo inferior ao *takt time* e existem também aqueles com o tempo de ciclo bastante superior ao *takt time* estimado. Os processos inferiores ao *takt time* podem apresentar esses dados por possuírem baixa eficiência na utilização dos operadores. Já os processos com tempo de ciclo maiores que o *takt time*, não necessitam de uma avaliação utilizando o Gráfico de Yamazumi, porém, esses processos podem ser divididos em processos menores aproveitando

mais o tempo e a eficiência dos operadores, deste modo consegue-se realizar o nivelamento da produção. Logo, o ideal é que o tempo de ciclo e o *takt time* estejam bem próximos.

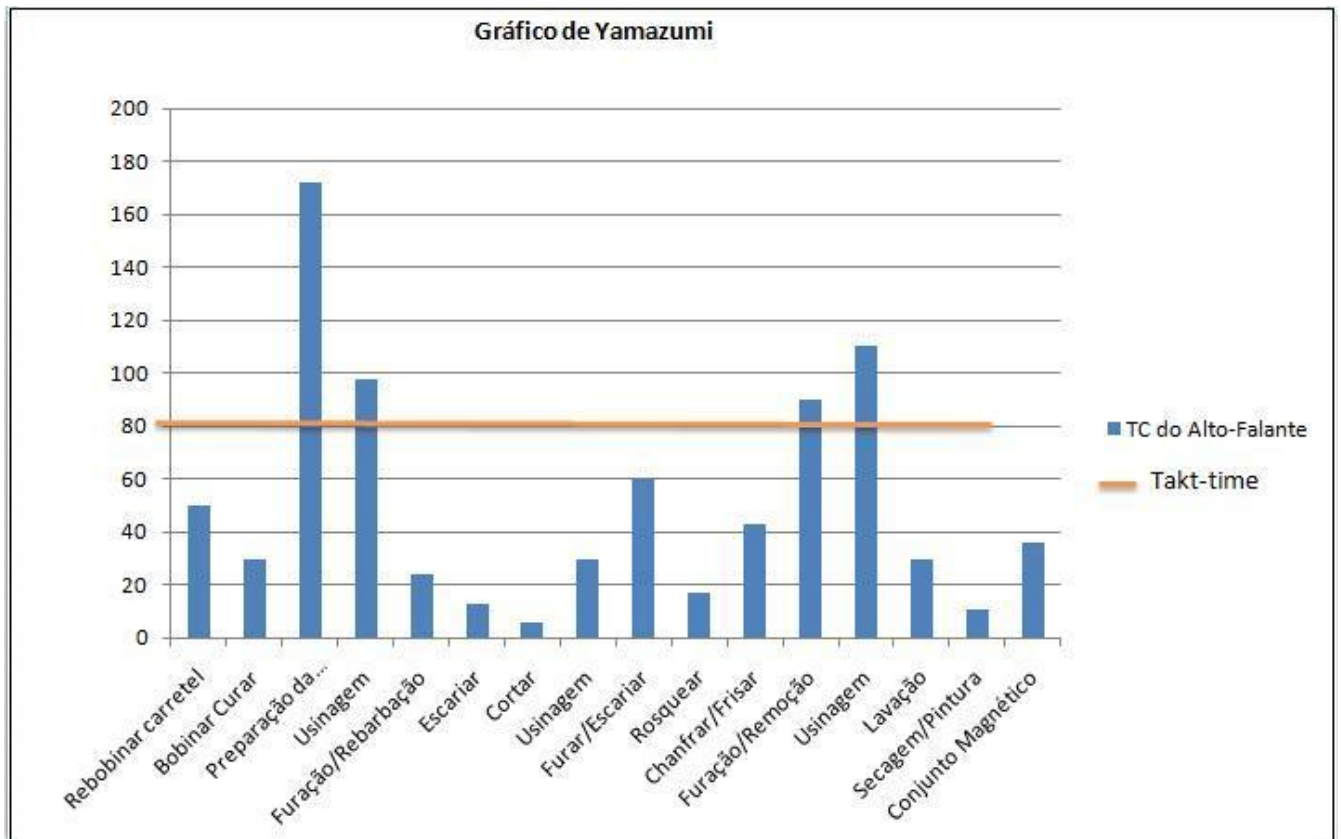


Figura 15: Gráfico de Yamazumi

Fonte: Autor.

Os principais desperdícios dos setores com baixo tempo de ciclo, identificados no gráfico, são: a existência de paradas nos processos produtivos; a falta de um fluxo contínuo para produzir uma peça de cada vez; a presença de estoques em processo; a falta de sincronização das atividades de produção, qualidade, expedição e transporte com a demanda do cliente; há também volumes de trabalho irregulares ao longo do tempo gerando picos e depressões e há dificuldades da empresa em responder as mudanças dos pedidos dos clientes.

Se o tempo de valor agregado fosse próximo do *takt time* de um Alto-Falante iria ocorrer em aproximadamente 80,55 segundos, de acordo com o cálculo feito para encontrar o *takt time*. Se os processos se aproximassem do *takt time*, os custos e desperdícios da produção seriam reduzidos e a produção teria maior agilidade e produtividade. A eficiência dos processos produtivos foi calculada pela Equação 7, e demonstrada na Figura 16.

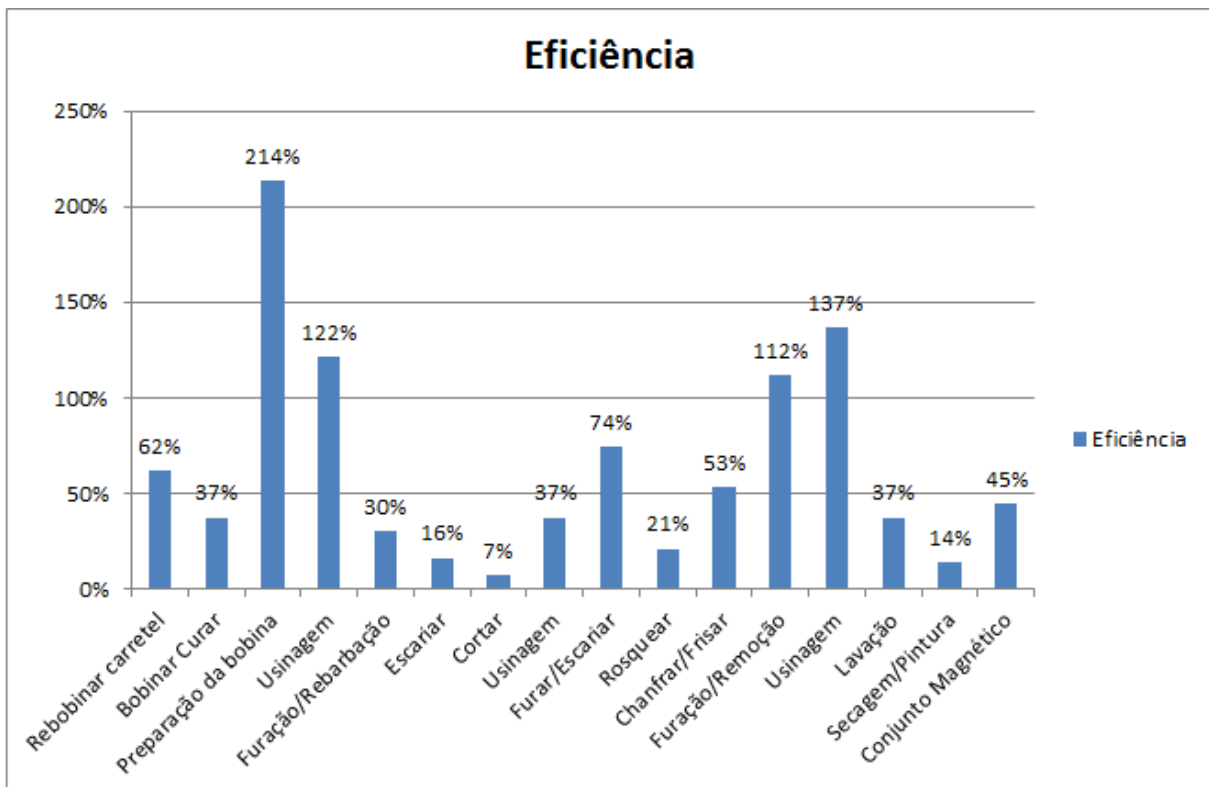


Figure 16: Eficiência dos processos produtivos em relação ao takt time

Fonte:Autor.

Com o objetivo de reduzir o tempo de produção, controlar os desperdícios e equiparar os processos ao *takt time*, é possível fazer o agrupamento de determinados processos produtivos para que ao somar os tempos de ciclo de produção dos processos agrupados, esse tempo obtenha um valor próximo do *takt time* encontrado.

Na Tabela 12 encontra-se uma relação de quais processos poderiam ser agrupados para que o tempo de ciclo se altere equiparando-se ao *takt time*.

Tabela 12: Agrupamento dos Processos Produtivos

Processo	Agrupamento dos Processos
Rebobinar Carretel	Rebobinar Carretel/Bobinar Curar
Bobinar Curar	
Preparação da Bobina	Preparação da Bobina
Usinagem	Usinagem
Furação/Rebarbação	Furação/Rebarbação/ Escariar
Escariar	
Usinagem	Usinagem
Furar/Escariar	Furar/Escariar/Rosquear/Cortar
Cortar	
Rosquear	
Chanfrar/Frisar	Chanfrar/Frisar
Furação/Remoção	Furação/Remoção
Usinagem	Usinagem
Lavação	Lavação/Secagem/Pintura
Secagem/Pintura	
Conjunto Magnético	Conjunto Magnético

Fonte: Autor.

Assim, após o agrupamento de alguns processos produtivos é possível desenvolver um Gráfico de Yamazumi com agrupamento de processos para verificar a sua nova formação após as mudanças realizadas, conforme Figura 17.

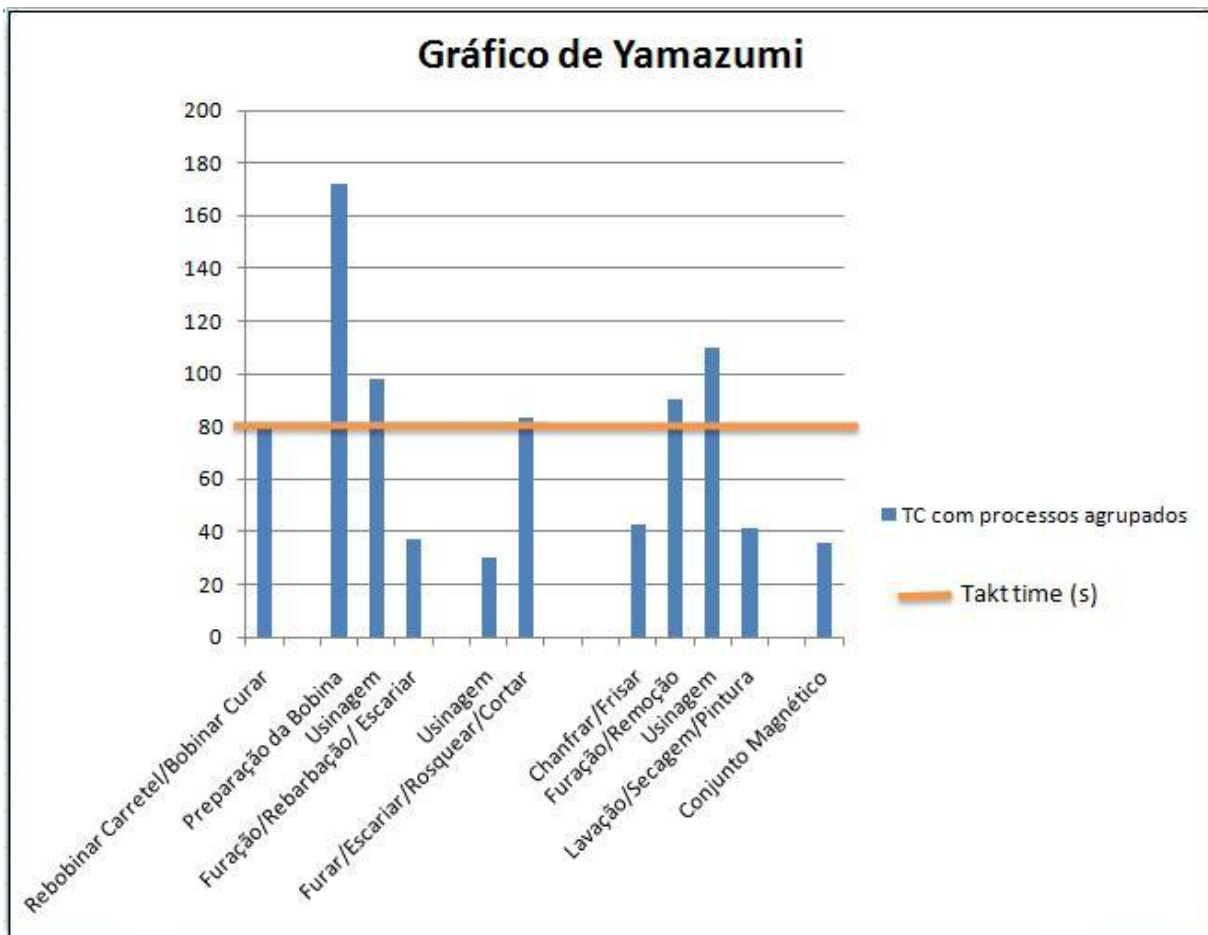


Figura 17: Gráfico Yamazumi com o Agrupamento dos processos

Fonte: Autor.

Teoricamente, ao comparar os dois gráficos de Yamazumi elaborados, conclui-se que muitos processos que foram agrupados obtiveram seu tempo de ciclo próximo ao *takt time*, porém, alguns processos que não puderam ser agrupados permaneceram com o mesmo tempo de ciclo não se alterando no gráfico. Assim com essas novas mudanças, tem-se um novo gráfico mostrando a eficiência dos processos agrupados, conforme Figura 18.

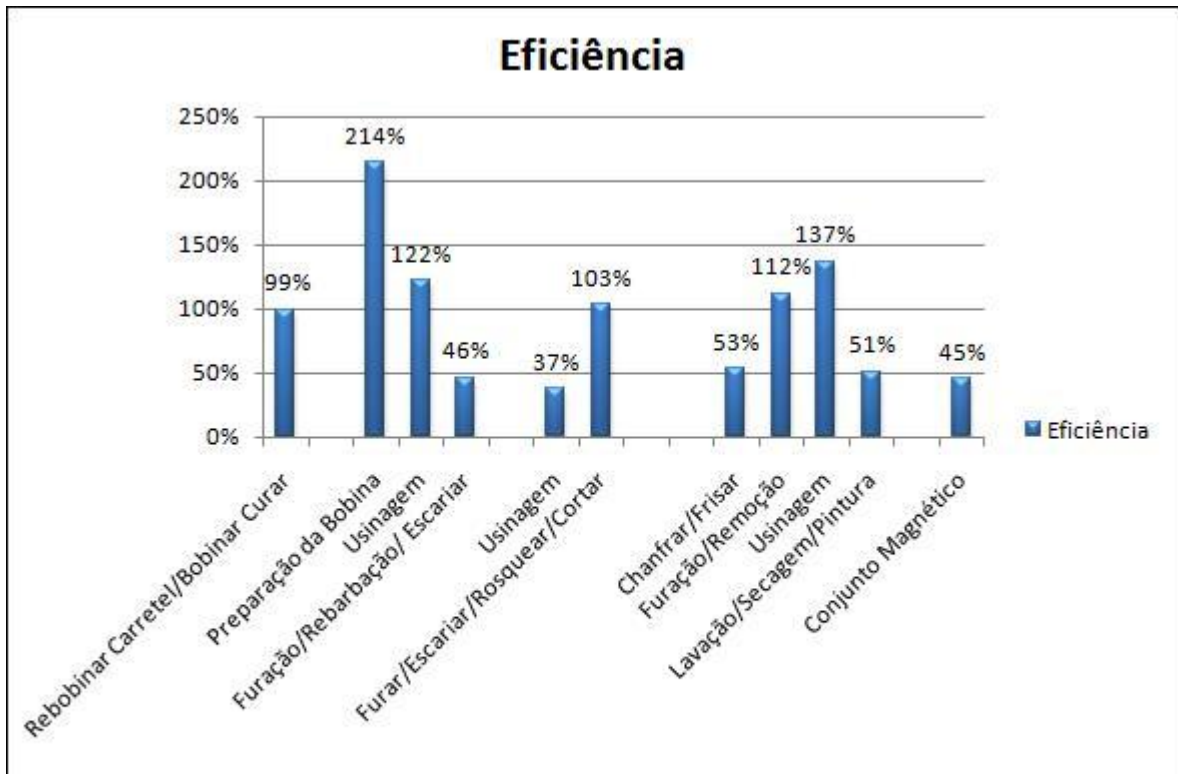


Figura 18: Eficiência do agrupamento dos processos

Fonte: Autor.

Observa-se que ao agrupar alguns processos a eficiência aumentou o que significa um fator bom para a produção, pois, os processos estão sendo realizados de forma mais produtiva evitando desperdícios e com um baixo *lead time*. Conforme Tabela 13, observa-se como ficaram os tempos de ciclos dos processos ao serem agrupados.

Tabela 13: Tempos de Ciclo Agrupamento dos processos produtivos

Processo	Tempo de Ciclo (TC) (segundos)	Agrupamento dos Processos	Tempo de Ciclo (segundos)	Takt Time (segundos)
Rebobinar Carretel	50	Rebobinar Carretel/Bobinar Curar	80	80,55
Bobinar Curar	30			
Preparação da Bobina	172	Preparação da Bobina	172	
Usinagem	98	Usinagem	98	
Furação/Rebarbação	24	Furação/Rebarbação/ Escariar	37	
Escariar	13			
Usinagem	30	Usinagem	30	
Furar/Escariar	60	Furar/Escariar/Rosquear/Cortar	83	
Cortar	6			
Rosquear	17			
Chanfrar/Frisar	43	Chanfrar/Frisar	43	
Furação/Remoção	90	Furação/Remoção	90	
Usinagem	110	Usinagem	110	
Lavação	30	Lavação/Secagem/Pintura	41	
Secagem/Pintura	11			
Conjunto Magnético	36	Conjunto Magnético	36	

Fonte: Autor.

Finalizando, os agrupamentos dos processos produtivos e identificando as soluções que poderiam ser aplicadas nos processos para a melhoria da produtividade da empresa, surgirá o Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro, como identificado na Figura 19.

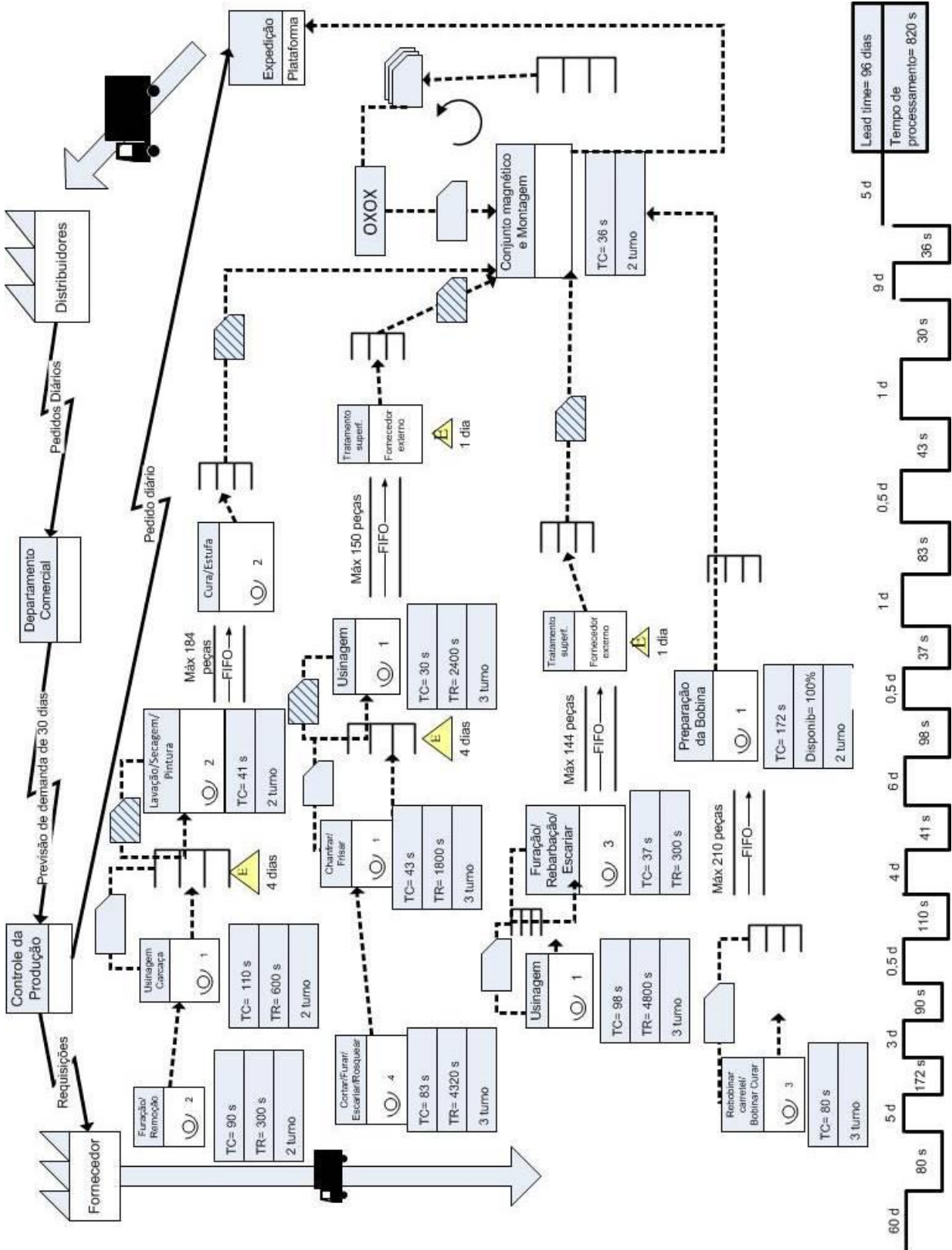


Figura 19: Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro

Fonte:Autor.

Ao realizar o Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro da empresa, pode-se verificar que comparado ao Mapeamento Atual, houve uma redução do *lead time* de 150,5 dias para 96 dias. Essa redução foi possível devido ao agrupamento de alguns processos produtivos, que colaborou para aumentar a eficiência de alguns processos, evitando desperdícios e outras perdas na produção.

O sistema de supermercados e cartões *kanban* deverão ser controlados pelo PCP, onde a retirada de produtos e a liberação de cartões *kanban* para a produção deverão ser coordenados pelo PCP e pela expedição da fábrica. Os cartões *kanban* serão utilizados para dar a ordem para produzir os materiais que foram consumidos no supermercado e a ordem para retirar os materiais do supermercado, e os supermercados terão a função de controlar a produção permitindo o controle dos produtos que entram e saem do processo produtivo.

Outro sistema importante adotado no Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro foi o uso do método onde a primeira peça que entra é a primeira que sai, ou seja, ocorre uma priorização dos produtos pela seqüência em que eles são pedidos.

Com as mudanças sugeridas pelo gráfico de Yamazumi e com a análise do Mapeamento de Fluxo de Valor Atual e Futuro da empresa, observa-se a redução do *lead time* de acordo com a Tabela 14.

Tabela 14: Redução de Lead Time

	Tempo de Processamento (segundos)	Lead Time (dias)
Mapeamento de Fluxo de Valor Atual	820	150,5
Mapeamento de Fluxo de Valor Futuro	820	96

Fonte: Autor.

Através da Tabela 14, pode-se perceber que houve uma grande redução do *lead time* do processo produtivo de alto-falantes, a redução foi de 54,5 dias, fator que influenciará bastante para a redução de desperdícios e perdas em geral no processo produtivo, como perdas de paradas na produção, perdas com estoque, etc.

Com os resultados e dados obtidos nota-se que com o uso das ferramentas do Sistema de Produção Enxuta, pode-se melhorar a produtividade de uma empresa, reduzindo *lead time*, desperdícios, através da melhor alocação dos recursos disponíveis, aproveitando da melhor forma os operários, equipamentos, informações e ambientes para produzir com eficiência e eficácia.

4. CONCLUSÃO

Atualmente é necessário que as indústrias busquem diferenciais no mercado para se tornarem mais competitivas e fortes, como a produção de produtos com qualidade, foco no cliente, redução constante de desperdícios, flexibilidade dos processos produtivos, redução de custos de produção e alta produtividade. Durante o estudo foi possível avaliar o processo produtivo de uma indústria de alto-falantes com o objetivo principal de reduzir desperdícios buscando se tornar uma empresa competitiva no mercado.

A ferramenta MFV proveniente do Sistema de Produção Enxuta auxiliou na obtenção de soluções para reduzir perdas na empresa e propor novas melhorias para ela. O levantamento bibliográfico também foi de suma importância para explicar como utilizar da melhor forma as ferramentas de Produção Enxuta, como aplicar o Mapeamento de Fluxo de Valor e como propor melhorias para o processo produtivo de uma empresa.

O uso do Mapeamento de Fluxo de Valor foi essencial para auxiliar no planejamento do aumento de produtividade do processo produtivo. Esse mapa propõe melhorias desde o chão de fábrica até a diretoria da empresa, auxilia na redução de desperdícios nos processos produtivos e na melhoria das relações com clientes e fornecedores.

O gráfico de Yamazumi e a análise do *Takt Time* também foram muito importantes para a identificação dos processos que deveriam ser agrupados para melhorar sua eficiência e produtividade.

A partir dos resultados obtidos e da construção de um Mapa de Fluxo de Valor Futuro, foram propostas ações de melhorias como a introdução de uma produção puxada, com a busca contínua da eficiência nos processos e o foco em redução de desperdícios sempre.

As principais limitações do trabalho realizado estavam relacionadas à coleta de dados e informações da empresa para a construção das idéias propostas. A cronometragem dos tempos também foi uma dificuldade encontrada, pois, era preciso que fosse feita de maneira totalmente cuidadosa para que os tempos tirados representassem a realidade dos processos produtivos da empresa. Outra grande limitação foi a falta de prática e conhecimento sobre o Mapeamento de Fluxo de Valor, como é um tópico não abordado durante a faculdade, foi-se necessário a elaboração de uma grande pesquisa para que a construção dos mapas fossem da maneira mais clara e eficiente para que não prejudicasse a análise dos resultados da pesquisa.

Seguindo o pensamento que norteia esse trabalho, sugere-se a continuidade dos estudos, visando analisar outros fatores para auxiliar no desenvolvimento da empresa. É importante realizar uma análise de movimentação dos setores em estudo, visando encontrar as possíveis perdas existentes nas mudanças propostas e identificar um estudo aprofundado das trocas rápidas de ferramentas para reduzir os tempos de *set up* existentes. Por fim, é necessário realizar um estudo financeiro sobre as mudanças propostas, para analisar o que será viável para a empresa e que trará lucros e não prejuízos a mesma.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE NETO, H.C., MARQUES, C.C., MARTINS, D.R., NEVES, C.P. – **A proposta do Mapa de Fluxo de valor em uma indústria calçadista do município de Campina Grande – PB.** In: IV Simposio de Engenharia de Produção da Região Nordeste. Fortaleza-CE, 2009.

BARNES, R. M. – **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e medida do trabalho.** 6ª. ed São Paulo; Edgard Blücher, 1997.

CAMPOS, V.F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês).** _ Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992 (Rio de Janeiro: Bloch Ed.).

CARNEIRO, F. L. – **O sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil.** In: X SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003.

CHIOCHETTA, J.C; CASAGRANDE, L.F.- **Mapeamento de Fluxo de Valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos.** In XXVII ENEGEP- ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu.

CUNHA, C. A. C.; FILHO, C. S.; VANDERLEY, J. M. C. **Produtividade de uma manufatura celular puxada versus linear empurrada: Estudo de caso em uma indústria de calçados esportivos.** In XXII ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2002.

ELIAS, L.S.; ALVES, J. M.- **Proposta de um método de implementação dos princípios e ferramentas da manufatura enxuta: aplicação na indústria aeronáutica.** In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos-SP, 2010.

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL. Disponível em: <<http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2010/07/supermercado-lean.html>>. Acesso em: 19 de mai. 2012.

EROS ALTO-FALANTES. Disponível em: <<http://www.eros.com.br/>> Acesso em: 08 mar. 2012.

FERREIRA, E.F. **Método de Solução de Problemas: “QC Story”**. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA Curso de especialização, aulas de 13 á 16/09/2005. Bahia, 2005.

GHINATO, P. – **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAT-QAD/sistema-toyota-producao#>>. Acesso em 02 mar. 2012.

GIL, Antonio Carlos. – **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Jefferson Einsten Nobre et al. **Balanceamento de Linha de Montagem na Indústria Automotiva**. In: ENEGEP, XXVIII, 2008, Rio de Janeiro. p. 1 – 13.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

LIKER, K.J. – **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Rio Grande do Sul: Artmed Bookman, 2005.

LUZ, A.R.C., BUIAR, D.R. – **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma Ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis- SC, 2004.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John (Ed.). **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

MARTINS G.P., LAUGENI P.F. – **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

OHNO, TAIICHI – **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artmed Bookman, 1997.

QUEIROZ, J. A.; RENTES, A. F.; ARAUJO C. A. C. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor de uma situação real**. 2004. Disponível em <<http://www.hominiss.com.br/artigos.asp>> Acesso em: 31 março 2010.

RENTES, A. F.; NAZARENO, R. R.; SILVA, A. L. – **Mapeamento do Fluxo de Valor para Produtos com Ampla Gama de Peças**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto-MG, 2003.

ROTHER, Mike; SHOOK, Jhon. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SCHAPPO, Adriano José. **Um Método Utilizando Simulação Discreta e Projeto Experimental para Avaliar o Fluxo na Manufatura Enxuta.** Florianópolis, 2006.

SHINGO, S. – **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

TUBINO, F. D. – **Sistemas de Produção: A produtividade no chão de fábrica.** Porto Alegre: Bookman, 1999.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos.** Vol. 1. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

WOMACK, J.; JONES, D. – **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza.** 10ª. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1996.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. – **A Máquina que Mudou o Mundo.** 6ª. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ANEXO

ANEXO A-

Tabela 1: Classes de Pareto

ÍNDICE	ITEM	TOTAL- 2010	%	% ACUMULADA	CLASSE
1	E312LC4	11451	13%	13%	A
2	18TARBAS4	10088	11%	24%	A
3	12HAMMER3.0/4	5717	6%	30%	A
4	15TARBAS4	5171	6%	36%	A
5	E612MG8	4980	5%	41%	A
6	E310HB	4084	4%	45%	A
7	12HAMMER4.0K4	3151	3%	49%	A
8	E312LC8	2787	3%	52%	A
9	E818SDS8	2555	3%	55%	A
10	12MB2.2K4	2552	3%	58%	A
11	12HAMMER3.0/8	2205	2%	60%	A

12	E15SDS2.4K4	2082	2%	62%	A
13	E815SDS	1956	2%	64%	B
14	E815SDS4	1728	2%	66%	B
15	E315LC4	1687	2%	68%	B
16	18TARBAS8	1682	2%	70%	B
17	E412MG8	1630	2%	72%	B
18	12SYCLON4	1537	2%	73%	B
19	E612MG4	1379	2%	75%	B
20	12MB2.2K8	1262	1%	76%	B
21	E18SDS2.4K4	1219	1%	78%	B
22	E12-1600MG	1146	1%	79%	B
23	10SYCLON8	1082	1%	80%	B
24	12SYCLON8	1039	1%	81%	B
25	E818SDS4	1022	1%	82%	B
26	E1200MB8	979	1%	83%	C

27	E180V8	868	1%	84%	C
28	E15SDS2.4K8	822	1%	85%	C
29	15STARBAS8	776	1%	86%	C
30	E15SDS2.7K4	771	1%	87%	C
31	15HAMMER3.0K4	680	1%	88%	C
32	E18SDS2.4K8	619	1%	88%	C
33	12HAMMER4.0K8	571	1%	89%	C
34	2015GDS4	506	1%	90%	C
35	2012GDS4	501	1%	90%	C
36	E12-1600MG4	500	1%	91%	C
37	E412MG4	471	1%	91%	C
38	E1200MB4	452	0%	92%	C
39	E15SDS2.7K8	450	0%	92%	C
40	E18SDS2.7K4	411	0%	93%	C
41	15SYCLON8	355	0%	93%	C

42	10SYCLON4	333	0%	93%	C
43	E415L4	332	0%	94%	C
44	2012GDS8	319	0%	94%	C
45	15HAMMER4.0K4	301	0%	94%	C
46	E315LC8	294	0%	95%	C
47	12HAM16K4	284	0%	95%	C
48	2018SDS8	280	0%	95%	C
49	E18SDS2.7K8	221	0%	96%	C
50	E615MG4	201	0%	96%	C
51	15HAMMER4.0K8	186	0%	96%	C
52	E415L8	175	0%	96%	C
53	E312L4	169	0%	96%	C
54	12STRONG4	165	0%	97%	C
55	E208NE08	161	0%	97%	C
56	15HAMMER3.0K8	150	0%	97%	C

57	E12NE02.5K4	136	0%	97%	C
58	12EVOX4	126	0%	97%	C
59	E15NE02.5K4	122	0%	97%	C
60	2018SDS4	121	0%	97%	C
61	E312V8	120	0%	98%	C
62	E312L8	120	0%	98%	C
63	E310V8	119	0%	98%	C
64	E412G4	112	0%	98%	C
65	E10EVOX8	110	0%	98%	C
66	12SYCBAS4	110	0%	98%	C
67	E412G8	109	0%	98%	C
68	12HAM16K8	100	0%	98%	C
69	E12NE02.5K8	94	0%	99%	C
70	E415G8	87	0%	99%	C
71	E512NE08	86	0%	99%	C

72	12EVOX8	86	0%	99%	C
73	E310LC4	84	0%	99%	C
74	2015GDS8	82	0%	99%	C
75	E315L8	70	0%	99%	C
76	E615MG8	70	0%	99%	C
77	E315L4	65	0%	99%	C
78	E1500MB4	63	0%	99%	C
79	E251V4	61	0%	99%	C
80	160CR-4 PAR	50	0%	99%	C
81	E310NE08	50	0%	99%	C
82	E10EP8	49	0%	100%	C
83	E15NE02.5K8	48	0%	100%	C
84	E415G4	42	0%	100%	C
85	10SYCBAS4	40	0%	100%	C
86	10COMBAT8	33	0%	100%	C

87	E415MG8	30	0%	100%	C
88	15SYCLON4	30	0%	100%	C
89	E415MG4	25	0%	100%	C
90	E515NE08	25	0%	100%	C
91	E310LC8	21	0%	100%	C
92	E312V4	20	0%	100%	C
93	E1500MB8	20	0%	100%	C
94	312S4 DARK	18	0%	100%	C
95	E310NE04	11	0%	100%	C
96	E415V4	10	0%	100%	C
97	2012GDS2	10	0%	100%	C
98	10EVOBAS4	10	0%	100%	C
99	12COMBAT4	9	0%	100%	C
100	1012CRS2	6	0%	100%	C
101	1015CRS2+2	2	0%	100%	C

