



**Redução de Desperdícios
na Montagem Final de Caixas Acústicas**

UMinho | 2019

Ercelis Pinto da Silva



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ercelis Pinto da Silva

**Redução de Desperdícios na
Montagem Final de Caixas Acústicas**

Agosto de 2019



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Erclis Pinto da Silva

**Redução de Desperdícios na Montagem
Final de Caixas Acústicas**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sobre a orientação do

Professor Dr. José Dinis de Araújo Carvalho

Professor Dr. José Carlos Reston Filho

Agosto de 2019

DECLARAÇÃO

Erclis Pinto da Silva

Endereço eletrónico: erclispg2@hotmail.com

Telemóvel: 55+9299115-6688

Número bilhete de identidade: 952070

Título da dissertação:

Redução de Desperdícios na Montagem Final de Caixas Acústicas - Ano de conclusão 2019

Orientadores:

Dr. Professor José Dinis de Araújo Carvalho

Dr. Professor José Carlos Reston Filho

Designação do Mestrado:

Engenharia Industrial

Escola de Engenharia

Departamento de Produção e Sistemas

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, 15/11/2019

Assinatura: *Erclis Pinto da Silva*

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Portanto declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual

CC BY-NC-SA

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

[Esta licença permite que outros remisturem, adaptem e criem a partir do seu trabalho para fins não comerciais, desde que lhe atribuam a si o devido crédito e que licenciem as novas criações ao abrigo de termos idênticos.]

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo fim de mais essa etapa conquistada em minha vida, esse sonho que se concretiza, pela sua infinita bondade e auxílio, dando-me sabedoria para superar tantos obstáculos ao longo dessa caminhada. Em particular gostaria de dirigir os meus agradecimentos:

A minha querida Esposa e minha pequena princesa de 7 meses de vida, que tanto me apoiaram, me incentivando em todos os momentos, sempre com palavras de força, carinho, amor e da minha filha sempre que olhava para ela me motivava a continuar. Obrigada por sempre estarem comigo!

Ao Doutor José Dinis de Araújo Carvalho, por ter sido a meu orientador no desenvolvimento dessa dissertação, esclarecendo as minhas dúvidas, principalmente no tratamento, ficam os meus sinceros agradecimentos.

Aos meus pais, por todo o apoio e incentivo durante toda a minha vida.

À minha família, pela disponibilidade e paciência com que sempre me ajudou nas horas difíceis. A todos fica o meu muito obrigado!

DEDICATÓRIA

Muito obrigado a empresa que aceitou o meu pedido para a realização do presente estudo em especial ao diretor Otavio L. Fontanetti e sua equipe de projeto. Equipe de projeto cliente formada por Alexandre Souto (Comprador), Claudimar Rodrigues (Analista de materiais), Francisco Oliveira (Analista de Engenharia), João Costa (Gerente), por terem permitido, desde o início, todos os recursos para o desenvolvimento do estudo e ter acompanhado no recolhimento dos dados para a conclusão desta dissertação e a disponibilidade em prestar todas as informações.

RESUMO

Esta dissertação foi elaborada por meio de um estudo executado dentro de uma empresa de fabricação de caixas acústica localizada no polo industrial de Manaus, onde foram aplicadas as ferramentas e princípios do *lean manufacturing* com objetivo de aumentar a produtividade. A princípio foi desenvolvido uma revisão bibliográfica referente ao surgimento da Toyota Production System (TPS), seus princípios e valor agregado, e apresentação dos desperdícios que podem ser identificados dentro de um processo produtivo.

A metodologia investigação ação foi aplicada para o desenvolvimento desta dissertação dentro empresa da empresa estudada com objetivo de reduzir os custos com mão-de-obra e movimentação desnecessária. Onde foi aplicada a metodologia WID para representar, analisar e diagnosticar o fluxo de materiais atual desde a saída dos stocks ate as linhas de produção. Sendo possível a identificação de alguns desperdícios área da WIP muito distante do processo produtivo elevando o tempo de transporte da matéria-prima.

Na próxima fase da dissertação foram apresentados os problemas detetados para os gestores da empresa estudada e as possíveis soluções para melhorar o processo produtivo, porém, devido alguns problemas entre as partes envolvidas como o responsável pelo investimento e o tempo para aplicar as melhorias dentro do prazo solicitado para o fechamento da tarefa solicitada pelo nosso presidente não conseguimos aplicar todas as melhorias apresentadas.

Foi possível alcançar metas estabelecidas por meio das implementações de algumas propostas aceitas pela empresa como, a mudança na estrutura do layout, o investimento para reduzir o tempo desperdiçado com transportes de materiais que foi de 60% e o aumento da produtividade foi em torno de 13% através das modificações dentro do processo produtivo em algumas linhas. Assim a propostas da automação no processo de produção foram cotadas e aplicadas durante o decorrer do ano de 2019.

Palavras-chaves: *Lean Manufacturing; Toyota Production System; WID.*

ABSTRACT

it is dissertation was It was prepared through a study carried out within a speaker manufacturing company located in the Manaus industrial hub, where lean manufacturing tools and principles were applied to increase productivity.

At first has been developed a bibliographical revision regarding the emergence of the Toyota Production System (TPS), Its principles and added value, presentation of the wastes than can be identified in a productive process.

The action research methodology was applied for the development of this dissertation within company studied company with the aim of reducing costs with labor and unnecessary movement. Where the WID methodology was applied to represent, analyze and diagnose the current flow of materials from the exit of the stocks to the production lines. Being possible to identify some wastes in WIP area far from the production process, increasing the transportation time of the raw material.

In the next phase of the dissertation were presented the problems detected to managers of the company studied and the possible solutions to improve the productive process, however, due to some problems between the parties involved as the person in charge of the investment and the time to apply the improvements within the term asked for the closing of the task requested by the client's president we were not able to apply all the improvements presented. It was possible to reach the established goals through the implementation of some proposals accepted by the company, as the change in the layout structure, the investment to reduce the time wasted with material transportation which was 60% and the productivity increase was around 20% through modifications within the production process in some lines. Thus, proposals for automation in the production process were quoted and applied during the course of 2019.

Key-Words: Lean Manufacturing; Toyota Production System; WID.

ÍNDICE GERAL

DECLARAÇÃO	I
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE	II
DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO	III
AGRADECIMENTOS	IV
DEDICATÓRIA	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS	XVI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Organização Dissertação	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. Histórico do Sistema Toyota de Produção (STP)	5
2.2. Lean Manufacturing	7
2.3. Os Sete Desperdícios.....	9
2.3.1. Superprodução	10
2.3.2. Stock	10
2.3.3. Transporte.....	10
2.3.4. Sobre-Processamento	11
2.3.5. Movimentos Desnecessários	11
2.3.6. Espera	11
2.3.7. Defeitos.....	12
2.4. Técnicas e Ferramentas do <i>Lean</i>	12
2.4.1. Kaizen.....	12
2.4.2. 5S	13
2.4.3. PDCA.....	13
2.4.4. Gestão visual.....	13

2.4.5. SMED	14
2.4.6. Standard Work.....	14
2.4.7. Kanban.....	15
2.4.8. FIFO.....	15
2.5. Value Stream Mapping (VSM)	15
2.6. Waste identification Diagram (WID).....	17
2.7. Fluxograma.....	20
2.8. Gráfico de Spaghetti	21
2.9. Layout.....	21
3. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA LINHA ATUAL COM APLICAÇÃO DO WID.....	23
3.1. Planejamento e Controle de Produção.....	23
3.2. Representação do Processo de Produção e Fluxo de Materiais	24
3.3. Fluxo de Análise de Procura	25
3.4. Análise e Diagnóstico do fluxo de Materiais.....	25
3.5. Estudo do Layout do Sistema de Produção com aplicação da Ferramenta WID.....	25
3.6. Takt Time	26
3.7. Tempo de Ciclo.....	27
3.8. Work In Process (WIP)	27
3.9. Changeover	28
3.10. Esforço de Transporte E.T.....	28
3.11. Tempo de Atravessamento.....	28
3.12. Mão-de-Obra.....	29
4. IDENTIFICAR OS PRINCIPAIS DESPERDÍCIOS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA.....	32
4.1. Layout do Processo Produtivo	32
4.1.1 Layout Atual dos Portas Pallets da Área de Materiais.....	32
4.1.2 Proposta de Mudança das Portas Pallets de 13 para 4 ruas	33
4.2. Layout Atual da Área da WIP	34
4.3. Layout Atual da WIP da Madeira.....	35
4.4. Layout Atual da WIP da Caixa de Embalagem.....	36
4.5. Layout Atual do Calço de Embalagem.....	37
4.6. Layout de Preparação dos Cabos	38
4.7. Layout Atual do Cofre de Materiais.....	39

4.8. Desorganização da WIP	40
4.8.1. Propostas Para Organização da WIP	41
4.8.2. Organização dos Carrinhos Por Linha	42
4.9. Excesso de Materiais em Stock	42
4.10. Retrabalhos	43
4.11. Alimentação Manual do Gabinete de Madeira e Aplicação de Cola	45
4.12. Aplicação de Cola Manual no Baffle	46
4.13. Processo de Aplicação da Vedação Manual	47
4.14. Processo de Fechamento das Caixas Acústicas Manual	48
4.16. Processo de Levantamento Manual para Aplicação do Bag de Proteção	50
4.17. Processo de Embalagem Packing	51
4.18. Aplição da Fita de Arqueamento Manual	51
4.19. Processo de Fechamento da Caixa de Embalagem Manual	53
5. IMPLEMENTAÇÃO DAS ACÕES PARA MELHORIAS	54
5.1. Evidencias das Melhorias Implementadas	54
5.1.1 Evidencias da Mudança de 13 para 4 Ruas de Porta Palletes	55
5.1.2. Mudança do Layout da Área da WIP	55
5.1.3. Mudança da Área da WIP de madeira	56
5.1.4. Mudança da Área do Cofre	56
5.1.5. Organização da WIP	57
5.2. Aplicação da Redução de Retrabalhos	58
5.3. Aquisição de Embalagem Retornável	59
5.4. Automatização da Madeira e Aplicação de Cola	60
5.5. Automatização no Processo de Fechamento da Caixa Acústica	60
5.6. Eliminação da Fita de Arqueamento	61
5.9. Máquina 3M para Fechamento	61
6. ANÁLISE DO RESULTADOS	63
6.1. Avaliação das Oportunidades de Melhorias em Termos de Custos Versus Benefícios ou Dificuldades Versus Ganhos	63
6.2. Custos Versus Benefícios com a Implantação do Novo Layout	64
6.3. Redução do Tempo de Material em Stock de 10 para 3 dias	64
6.4. Redução de Retrabalho	64
6.5. Análise da aplicação do Transferidor e Aplicação de cola Automática	64

6.6. Análise da Aplicação de Cola Automática no Baffle	65
6.7. Análise da Aplicação da Vedação Automaticamente	65
6.8. Análise do Fechamento Automático das Caixas Acústicas	65
6.9. Análise da Dispensadora de Etiquetas.....	65
6.10. Análise da Aplicação do Levantador	65
6.11. Análise da Remoção da Fita de Arqueamento	66
6.12. Análise da Aplicação da Máquina 3M	66
6.13. Benefícios Comprovados com Alteração do Layout.....	67
7. CONCLUSÃO	75
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
Anexo I – Cálculo do Tempo de Ciclo.....	81
Anexo II- Cálculo da WIP	82
Anexo III – Tempo de Setup.....	83
Anexo IV – Cálculo do Esforço de Transporte	84
Anexo V – Cálculo do Tempo de Atravessamento	86
Anexo VI – Cálculo da Mão de Obra Representado no WID.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura Lean da Toyota.....	6
Figura 2. Símbolos do VSM	16
Figura 3. Representação WID	18
Figura 4. Representação do calculo OEE	19
Figura 5. Flow Process chart.....	20
Figura 6. Exemplo de um Gráfico Spaghetti.....	21
Figura 7. Consequências dos Layouts no Desempenho das Organizações.....	22
Figura 8. Rota dos Produtos da Empresa.....	24
Figura 9. Fluxo de Materiais da Empresa.....	25
Figura 10. WID do Fluxo de Materiais.....	29
Figura 11. Gráfico da Aplicação da Mão de Obra.....	30
Figura 12. Gráfico dos Custos da Mão de Obra.....	31
Figura 13. Layout Atual da Área de Materiais.....	33
Figura 14. Proposta de Layout Para os Portas Pallets.....	33
Figura 15. Layout Atual da Área da WIP.....	34
Figura 16. Proposta de Layout Para Área da WIP.....	35
Figura 17. Layout Atual da Madeira.....	35
Figura 18. Proposta de Mudança da Área da WIP de Madeira.....	36
Figura 19. Layout Atual da Caixa de Embalagem.....	36
Figura 20. Proposta de Layout da WIP de Caixa de Embalagem.....	37
Figura 21. Layout Atual do Calço de Embalagem.....	37
Figura 22. Layout Atual da Preparação de Cabos.....	38
Figura 23. Proposta da Mudança da Preparação de Cabos.....	39
Figura 24. Layout do Cofre de Materiais Atual.....	39
Figura 25. Proposta de Mudança da Área do Cofre.....	40
Figura 26. Desorganização da Área de WIP.....	41
Figura 27. Proposta de Organização da WIP.....	41
Figura 28. Organizar Carinhos por Linha.....	42
Figura 29. Excesso de Materiais de Embalagem.....	42
Figura 30. Planilha de Demanda de Produção.....	43
Figura 31. Produtos Aguardando Retrabalhos.....	44
Figura 32. Estudo da Demanda de Produção.....	44

Figura 33. Condição Atual do Posto de Alimentação e Aplicação de Cola da Madeira.	45
Figura 34. Proposta de Automatização do Posto de Alimentação e Aplicação de Cola.	45
Figura 35. Aplicação de Cola Manualmente.	46
Figura 36. Automatização de Aplicação de Cola no Baffle.	46
Figura 37. Processo Manual da Aplicação de Vedação.	47
Figura 38. Proposta de Aplicação Automática da Aplicação de Vedação.	47
Figura 39. Fechamento Manual.	48
Figura 40. Automatização do Fechamento.	48
Figura 41. Dispensão da Etiqueta Manualmente.	49
Figura 42. Aplicação de Máquina de Dispensadora.	49
Figura 43. Aplicação do Bag.	50
Figura 44. Aplicação de Lift Para Levantamento do Produto.	50
Figura 45. Aplicação do <i>Packing</i>	51
Figura 46. Aplicação da Fita de Arqueamento.	52
Figura 47. Proposta de Eliminação da Fita de Arqueamento.	52
Figura 48. Aplicação da Fita.	53
Figura 49. Proposta de Aplicação de Máquina 3M.	53
Figura 50. Cronograma de atividades.	54
Figura 51. Início da Mudança dos Portas Pellets.	55
Figura 52 - Mudança do Layout da WIP.	56
Figura 53. Mudança da Área da WIP de Madeira.	56
Figura 54. Mudança do Cofre.	57
Figura 55. Aplicação de Leitor Ótico.	57
Figura 56. Controle de Área da WIP.	58
Figura 57. Controle de Demanda.	59
Figura 58. Aquisição de Novos Palets Retornáveis.	59
Figura 59. Automatização no Processo de Aplicação de Cola.	60
Figura 61. Montagem do Produto no Cliente.	61
Figura 64. Instalação da Máquina 3M linha 1.	62
Figura 65 - Apresentação das Propostas.	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado do Cálculo Takt Time.	27
Tabela 2 - Tempos de Ciclos médios (Segundos).	27
Tabela 3 - Quantidades de Itens na WIP (unidades).	27
Tabela 4 - Tempos de Setup (Minutos).	28
Tabela 5 - Esforço de transporte (Unidade*Metro).	28
Tabela 6 - Resultado Tempo de atravessamento (minutos).	28
Tabela 7 - Custos Operacionais.	30
Tabela 8 - Descrição dos Resultados Quanto a Estimativa de Ganho.	67
Tabela 9 - Resultado da Mudança das Portas Pallets.	67
Tabela 10 - Resultado da Redução da Distância Percorrida da WIP Para Linhas.	68
Tabela 11 - Resultado da Distância Percorrida do Stock para o Processo (Madeira).	68
Tabela 12 - Redução da Mão-de-Obra (Alimentadores).	69
Tabela 13 - Resultado da Distância Percorrida da Caixa de Embalagem.	69
Tabela 14 - Resultado da Distância Percorrida do Calço de Embalagem.	70
Tabela 15 - Resultado da Distância Percorrida do Cabos.	70
Tabela 16 - Resultado da Redução da Distância Percorrida dos Cabos.	70
Tabela 17 - Resultado da Análise da Demanda de Produção.	71
Tabela 18 - Resultado do Tempo da Atividade.	71
Tabela 19 - Resultado da Redução Operacional.	73
Tabela 20 - Resultado Real da Redução da Mão-de-Obra.	73
Tabela 21 - Resultado Final das Ações Aplicadas.	74
Tabela 22 - Cálculo de Tempo de Ciclo (Segundos).	81
Tabela 23 - Cálculo da WIP.	82
Tabela 24 - Cálculo da WIP no Processo Produtivo.	82
Tabela 25 - Cálculo do Tempo de Setup.	83
Tabela 26 - Cálculo do Esforço de Transporte do Stock Para WIP.	84
Tabela 27 - Cálculo do Esforço da WIP para Linhas de Produção.	84
Tabela 28 - Cálculo do Esforço de Transporte da Madeira do Stock para Linhas de Prod	84
Tabela 29 - Cálculo do Esforço de Transporte da Madeira.	84
Tabela 30 - Cálculo do Esforço de Transporte do Calço de Embalagem.	85

Tabela 31 - Cálculo do Esforço de Transporte dos Cabos.	85
Tabela 32 - Cálculo de Tempo de Atravessamento.....	86
Tabela 33 - Cálculo da Mão de Obra.	87

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

JIT - Just In Time

MFV - Mapa do Fluxo de Valor

OEE - Overall Equipment Effectiveness

SPT - Sistema de Produção Toyota

VSM - Value Stream Mapping

WID -Waste Identification Diagram

WIP - Work In Process

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o enquadramento sobre o tema estudado da dissertação assim como os objetivos, metodologia e a organização da dissertação.

1.1 Enquadramento

Diante de um mercado altamente competitivo e globalizado, as empresas buscam manter-se na vanguarda em constante atualização de suas estratégias de gestão. Para isso considera trazer maior eficiência em seus sistemas produtivos influenciando positivamente os fatores de desempenho como: custo, processos, qualidade, flexibilidade, inovação, logística e desenvolvimento de novos produtos (Antunes, 2008).

Os conceitos e os princípios do *Lean Manufacturing* foram difundidos no ocidente nos anos 90, por meio de professores e pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), e divulgação do livro “A máquina que mudou o mundo: a História da Produção Enxuta”, escrito por Womack, Jones e Roos. A abordagem *Lean Manufacturing* foi fortemente baseada no Sistema Toyota de Produção (STP), que foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial (Bhasin & Burcher, 2006), como uma alternativa contra intuitiva ao sistema em andamento, produção em massa.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão estava em condições adversas. A situação econômica do país gerou dificuldades à japonesa Toyota, como redução do capital para aplicação em investimentos, mercado consumidor sem demanda e do baixo volume (demanda por diferentes modelos de carros) e alto stock de produtos acabados Holweg, (2007) e Dennis, (2008). Estes cenários foram importantes para a Toyota encontrar uma solução para a produção, dando a visão que foco não poder ser exclusivo na capacidade produtiva dos equipamentos (Shimokawa & Fujimoto, 2011). O contexto era de restrições de capital, equipamentos com baixa capacidade produtiva e pouca flexibilidade produtiva diante da limitação da produção de pequenos lotes. Como consequência, as ações foram na direção da redução de custos com a eliminação dos desperdícios, do uso desnecessário de espaço para armazenamento e minoração de falhas (Holweg, 2007).

O *lean manufacturing* objetiva eliminar os desperdícios a fim de tornar as empresas mais flexíveis e capazes de responder as necessidades dos clientes, entregando produto no menor tempo possível com qualidade e baixo custo. A produção enxuta (*Lean manufacturing*), apoia-se em cinco princípios: a identificação das necessidades do cliente, o mapeamento do fluxo

de valor em toda a cadeia produtiva, a criação de um fluxo de processo sem interrupções, e deixar que consumidor puxe o “valor” e o aprimoramento contínuo em busca da perfeição (Womack & Jones, 2004). Ohno (1988) refere-se aos sete tipos de desperdícios no processo de manufatura: superprodução, stock, espera, defeito, processamento, movimentação e transporte. Quando aplicado de forma correta, o mapeamento de processos pode demonstrar às empresas os principais desperdícios gerados dentro dos seus processos (Carvalho, et al., 2015). Existem algumas ferramentas disponíveis na literatura que proporcionam a representação gráfica para a análise de processos (Carvalho, Guimarães, Moreira, Rodrigues, & Lima, 2014), sendo o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) a mais popular dentre elas para Marodin & Saurin, (2013); Carvalho, et al., (2015); Guimarães, Santana, Medeiros, & Fagundes, (2015), permitindo a identificação de vários tipos de desperdícios ao longo dos processos (Carvalho, et al., 2014).

O (MFV) é uma ferramenta que possibilita aos gestores a identificar e entender o fluxo de materiais e informações dentro de uma família de produtos, dando a possibilidade de análise da situação atual do processo e a implementação de melhoria para desenvolver um melhor desempenho no mapa de estado futuro Rother & Shook, (1999); Jasti & Sharma, (2014); Carvalho, et al., (2014). O *Waste Identification Diagram* (WID), é uma ferramenta utilizada pela gestão com objetivo de identificar e analisar os vários tipos de desperdícios em um processo produtivo, tendo outros indicadores importantes, através de uma representação visual, promovendo a melhor visualização do processo produtivo (Sá, Carvalho, & Souza, 2011). Segundo Eira (2015), o WID representa a falta de equilíbrio entre os departamentos e, os postos de trabalho.

Para Carvalho (2014) os objetivos do WID são: (1) apresentar o fluxo de todos os produtos, simultaneamente; (2) detetar e analisar todos os desperdícios, de forma visual; (3) demonstrar uma informação visual eficaz; (4) demonstrar indicadores de desempenho; (5) criar e implementar processo de melhoria contínua dos processos.

A montadora de caixas acústicas iniciou as atividades em 2009 e fornece artigos para a produção do cliente. Esta parceria é avaliada pelos critérios de preço, custo e prazos de entrega. Devido a demandas por aprimoramento, foi criado um grupo de Melhoria pelo cliente para analisar e buscar soluções para redução de custo dentro das 3 empresas (Caixa Acústica, Injetado, Estamparia), e manter os produtos com preços competitivos.

A motivação deste estudo surgiu após a constatação de que o layout atual gera perdas por transporte e movimentações desnecessárias. É necessário caminhar por um longo percurso para entrega de materiais na linha de produção e isso possibilita, além do próprio desperdício com transportes, a criação de defeitos em peças devido a sinistros no caminho.

Este estudo apresenta relevância a partir da oportunidade de mapear e diagnosticar desperdícios, propor e implementar melhorias e avaliar o antes e depois da aplicação de conceitos, ferramentas e técnicas do *lean manufacturing*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo é analisar e melhorar a produtividade (caixas/hora. homem) em 20% em uma linha de produção de caixas acústicas.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Reduzir as movimentações dos operadores;
2. Melhorar os fluxos de materiais;
3. Melhorar os layouts;
4. Melhorar a produtividade dos indicadores da linha em 20%.

1.3. Metodologia

Thiollent (2005), descreve que a pesquisa-ação objetiva identificar problemas, desenvolver um grupo de ações a implementar e avaliar os resultados. A pesquisa-ação é um método de intervenção dos investigadores no sistema das organizações. Este trabalho apresentará um exemplo do uso do método para a solução de um problema real com objetivo de reduzir custos com mão de obra do sistema e movimentação desnecessária em uma empresa de caixa acústica.

O desenvolvimento do método, com análise e o envolvimento do pesquisador ao verificar cada uma das ações implementadas, em paralelo com a revisão da literatura, impacta na geração de resultados satisfatórios.

1.4. Organização Dissertação

O trabalho a ser desenvolvido está dividido da seguinte forma:

Capítulo 1: Neste capítulo apresenta Introdução, o histórico da pesquisa, a descrição do problema, objetivo da abordagem, método da investigação (metodologia da pesquisa) e a disposição da dissertação.

Capítulo 2 - Revisão bibliográfica sobre o Sistema de Produção Toyota (TPS), seu histórico, definições, princípios, sete desperdícios e as ferramentas do lean é de diagnóstico das unidades de produção, *Value stream Mapping (VSM)*, *Waste Identification Diagram (WID)* e Fluxogramas.

Capítulo 3 - Análise e diagnóstico atual do fluxo materiais da linha de produção através das escolhas e avaliação dos KPIs (Produtividade, tempo de entrega de materiais na linha de produção é dimensões do layout). Aplicação da metodologia WID para representar o fluxo de materiais, processo, performance e os desperdícios no processo.

Capítulo 4 - Identificar os principais Desperdícios e oportunidades de melhorias no processo apresentando as propostas de melhorias com a implementação das ferramentas do *lean manufacturing*.

Capítulo 5 - Avaliar as principais oportunidades de melhorias que possam garantir benefícios e ganhos com a implementação da metodologia *lean* na empresa escolhida e validação dos resultados. Planejar e realizar as implementações das melhorias escolhidas afim de garantir o sucesso da investigação, espera-se que a aplicação prática seja de grande valia ao resultado final da empresa.

Capítulo 6 Avaliar os resultados após implementação comparando o estado atual com novo estado após a implementação da metodologia *lean* e suas ferramentas e de todos os passos e meios necessários para a sua implementação, assim como,

Capítulo 7- Tirar as conclusões do estudo e algumas sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 8 – Referencias e Anexos

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se a história do Sistema Toyota de Produção (STP), contemplando através de revisões de literatura centrada nas origens dos princípios do *Lean manufacturing*, mostrando a descrição dos sete desperdícios, das ferramentas e das técnicas do STP. É dada também uma ênfase especial ao mapeamento do fluxo de valor e o *waste identification digram* (WID) e etapas do WID.

2.1. Histórico do Sistema Toyota de Produção (STP)

O Sistema de produção Toyota surgiu após a segunda guerra mundial no Japão. Para (Karim & Uz-Zaman, 2013) com a crise na economia no pós-guerra, o Japão teve que aprender a conviver com situação adversa daquele momento é optar por não adotar o sistema de produção em massa aplicado no ocidente. De acordo (Shimokawa & Fujimoto, 2011), este aspecto foi importante para a decisão da Toyota em implementar uma nova gestão para sua produção, mudando o foco para além da produção e máquinas. A Toyota estava com problemas financeiros e com o excesso de carros presos em stock devido à falta de demanda do mercado. Isso levou a Toyota fazer modificações na sua estrutura de gestão onde Kiichiro deixou o cargo e o seu primo Eiji Toyada assumiu como Diretor de produção.

Eiji Toyada assim como Kiichiro foi para os estados unidos em 1950, onde pode verificar o método de produção aplicado no ocidente, é foi possível afirmar o atraso do método de produção em andamento. Voltando para o Japão onde havia a necessidade da aplicação da produção em massa, mesmo com as dificuldades financeiras e o mercado em baixa diferente do cenário americano. Tendo como solução produzir pequenos lotes com diversidades de modelos de automóveis. Assim foi criado o STP por Taiichi Ohno. Após Ohno analisar e entender o sistema ocidental de produção foi possível identificar alguns problemas como a produção de grandes lotes que geravam altos stocks e consumiam muitas áreas da empresa para comportar os altos stocks, diminuía a rotação do capital e a falta de diversificação de produtos que impossibilitava o atendimento a demanda atual do mercado onde cliente buscava diversificação nos produtos conforme suas necessidades de escolhas.

Em 1948, Ohno implantou o método de produção em lotes reduzidos. Com a meta de encontrar e eliminar os desperdícios e reduzir os custos com tudo àquilo que não agrega ao produto ou processo assim surgindo o STP.

Conforme (James, 2015), o STP era formado por um conjunto de técnicas com intuito de melhorar produtos, processos, gerenciamento de materiais, novas metodologias na solução de falhas, forma de liderança e trabalho em equipe e novas técnicas de atendimento ao cliente. Este novo método de produção ficou concluído após 30 anos finalizando em 1975. Para (Jasti & Kodali, 2015), nos últimos tempos podemos ver o crescimento do TPS em diversas reas e atividades. O crescimento STP, tornou-se possível devido à base cultural estabelecida. Na figura 1 que apresenta a composição estrutural da Toyota e a base da cultural, os dois pilares (*JIT, Jidoka*), os efeitos e as direções.

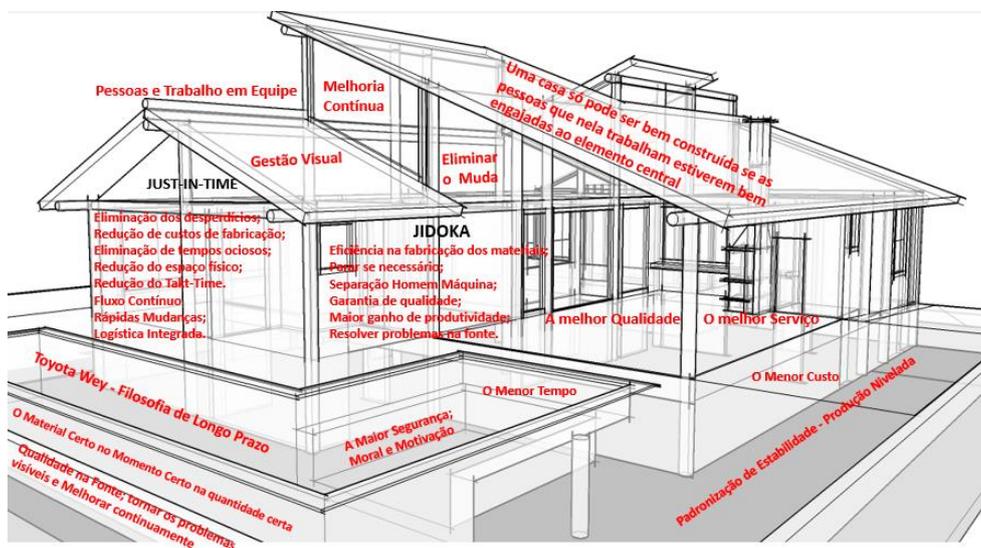


Figura 1. Estrutura Lean da Toyota. (Obara & Wilburn, 2012).

Segundo Monden (2012), o STP tem vários conceitos e ferramentas com objetivo de reduzir os custos desnecessários no processo de produção, baseando-se nos dois pilares Just in time (JIT) e o Jidoka conforme figura 1, onde é necessário uma mão-de-obra criativa e flexível. O JIT ocorre quando os materiais seguem um fluxo contínuo, onde é produzido somente o que é puxado pelo mercado, conforme a quantidade solicitada para atender a demanda do cliente, dentro do prazo estabelecido de entrega e com alto padrão de qualidade para satisfação do cliente. Jidoka é a aplicação de uma ferramenta automática ou manual onde a máquina ou operador possa parar a produção caso seja detectado alguma falha. Permitindo soluções mais rápidas para os problemas no momento em que as falhas ocorrem, assim, diminuindo os custos com problemas de má qualidade. O jidoka tem como característica complementar o JIT buscando o funcionamento perfeito do sistema. Na parte principal da casa encontram-se os

colaboradores, gestão da equipe de trabalho e a aplicação da melhoria contínua com objetivo de detectar e eliminar os desperdícios.

Para CTCP (2011), no telhado demonstra os efeitos esperados dentro processo produtivo como custo baixo, qualidade controlada e menor tempo de entrega para atender as necessidades do cliente.

2.2. Lean Manufacturing

Conforme Werkema (2011), o lean Manufacturing foi originado no TPS tendo como foco detectar e eliminar todos os tipos de desperdícios, reduzindo os custos desnecessários e melhorando a qualidade e o tempo de entrega dos produtos ao cliente. A manutenção de qualquer sistema produtivo ou fornecimento de serviços demanda do conhecimento de técnicas para solução de falhas continuamente e gerar valor agregado ao produto ou serviço conforme a expectativa do cliente.

Segundo Vinodh, Selvaraj, Chzintha, & Vimal, (2015), o *lean manufacturing* tem como objetivo principal a eliminação dos desperdícios, simplificação do processo, qualidade e a aplicação da melhoria contínua dentro do processo. Para conseguir alcançar todas metas estabelecidas e necessário a aplicação de técnicas específicas para geração e fabricação de produtos com preço acessível, qualidade e entrega conforme demanda.

Para Ahmadi (2008), o *Lean manufacturing* veem sendo implementado dentro dos processos das empresas japonesas, principalmente nas fabricantes de carros, sendo uma filosofia para alcançar as metas estabelecidas. Segundo Tubino (2015), o *lean manufacturing* é considerado uma forma de gestão da área produtiva com objetivo diferenciado, formada por várias práticas de origem do TPS, que busca sempre a melhoria contínua de um processo produtivo através da eliminação dos desperdícios que não geram valor ao cliente.

Assim, o *lean manufacturing* utiliza um sistema de atividades para detectar e eliminar os desperdícios aplicando a cultura de melhorias, com sistema de produção puxada conforme a demanda do mercado.

A metodologia *Lean* de produção gera um fluxo direcionado para satisfazer o cliente, os colaboradores dentro do processo, aumentar a conquista no mercado e agregação de valor ao produto. Com essas visões gerou a necessidade na busca da eliminação dos desperdícios, diminuição dos custos e produtos com qualidade que superem as expectativas dos do cliente. Conforme os autores Belekoukias, Garza-Reyes, & Kumar (2014); Dadashnejad &

Valmohammadi (2017), o *lean* aplica o sistema de eliminação dos desperdícios em todas as áreas da empresa e direciona todas as atividades de produção mantendo somente aquilo que agrega valor dentro das atividades.

Para Vlachos (2015), o *lean* não é uma ferramenta exclusiva de uma empresa, é uma prática que pode ser implementada em qualquer tipo de processo de produção como processos de produção em massa, oficinas e fabricação de lotes. A incorporação do *lean* busca o aperfeiçoamento da gestão, criando um caminho estruturado atendendo a mão-de-obra direta e seus administradores sendo o caminho para alcançar resultados positivos.

Segundo Ahmadi (2008), o sistema de gestão integrado desenvolve estrutura de coordenação, qualidade e redução de custos. Portanto para uma empresa se manter competitiva durante um longo prazo no mercado, necessita desenvolver uma estrutura robusta para obter um sucesso sólido no mercado. No passado muitas empresas trabalhavam visando somente o produto e na forma de produzir, assim, estando sujeitas ao insucesso.

Para uma empresa ser competitiva no mercado necessita manter um relacionamento sólido com seus clientes, onde as empresas precisam entender as necessidades para criar, melhorar e inovar nos seus produtos ou serviços com objetivo de atender e superar as expectativas dos clientes. Este é um processo de aprendizagem essencial.

Autores conhecidos dentro da área de qualidade como Obara & Wilburn, (2012), seguem o mesmo conceito que a qualidade é fundamental para atender as expectativas do cliente e continuar mantendo a empresa no mercado competitivo e ganhando posições dos seus concorrentes.

Levando em consideração que os custos com rejeitos e retrabalhos são muito elevados e precisam ser eliminados. Segundo Valmohammadi (2011), esses dois desperdícios eliminados reduzem os custos e aumentam a satisfação dos clientes, a empresa deve definir as estratégias a ser seguida e quais atividades devem ser melhoradas para alcançar suas metas, onde pode ser destacada a liderança o comprometimento, aprendizagem, reciclagem da equipe de trabalho tendo uma cultura de trabalho adequada.

Os princípios do *lean* criados por Womack e Jones, (2004) e Alves & Alves (2015), defendem os cinco princípios são as fases que devem ser seguidas para uma implantação bem sucedida do *lean manufacturing*, gerando uma construção da base para implantação do *lean*.

Abaixo a definição dos 5 princípios do *lean*:

Na primeira fase descrever a necessidade e entender o que o cliente espera. Onde se inicia o lean os valores são definidos pelo cliente conforme sua necessidade. Com esta visão, as empresas devem atender e satisfazer a demanda dos clientes sem criar forma do produto ou serviço que impossibilite satisfazer valores ao cliente evitando criar desperdícios. Na segunda fase identificar a cadeia de valor analisar todo o processo produtivo, desde a entrada dos materiais e a chegada do produto final ao cliente, dividindo o processo em três fases: o processo que agregam valor; o processo que não agrega valor, porém, são necessários continuidade do processo e controle da qualidade e os que não agregam valores no processo e demandam a eliminação de imediato para redução de custos desnecessários na companhia (Werkema, 2011).

Na terceira fase melhorar o fluxo de valor e o andamento do processo. Buscar dentro de um processo somente existência de atividades que agreguem valor ao produto. Assim diminuir o tempo de processamento de um produto, e a redução de stocks para atender a demanda. A empresa que conseguiu melhorar seu processo, produzir e entregar seus produtos dentro os prazos estabelecidos, onde atendera as necessidades do cliente de forma rápida e eficiente (Vlachos, 2015).

Na quarta fase implementar o sistema puxado onde será produzido somente quando houver demanda do mercado. A inversão do fluxo produtivo, o cliente puxa a produção reduzindo ou acabando com os stocks, as empresas param de produzir sem haver demanda, assim agregando valor ao produto.

Na quinta e última fase a busca pela perfeição e a extinção total dos desperdícios no processo, somente os processos que agregam valor estão dentro do processo produtivo. A necessidade de aperfeiçoar o processo passa pela aplicação da empresa, em transformar seus processos onde os colaboradores tenham a capacidade de conhecer o processo, podendo gerar ideias que venham agregar valor ao cliente (Werkema, 2011).

2.3. Os Sete Desperdícios

O desperdício traz em seu bojo a aplicação de uma atividade desnecessária que aumenta os custos de produção é que não agregam valor ao produto. Essas atividades demandam tempo, recursos humanos e matéria-prima aumentando os custos do produto no mercado.

Segundo Slack, Brandon-Jones, & Johnston (2013), é preciso primeiro analisar e detectar os desperdícios para implementar ações de eliminação dos desperdícios. Desta forma, o

desperdício não agregar valor na visão do cliente. Jacobs & Chase (2014) explicam que os sete desperdícios podem ser conhecidos de várias formas, sendo o mais conhecido os sete desperdícios de Ohno. Detectados por Shigeo shingo e Taiichi Ohno durante a implementação do TPS.

2.3.1. Superprodução

A superprodução é a produção elevada além da demanda ou a produção sem demanda. A Superprodução pode ser dividida em duas partes: A Primeira parte superprodução por quantidade quando é produzido acima do que foi planejado ou solicitado, sendo assim, é produzido além do esperado acima da demanda. Segunda parte superprodução por antecipação é a produção antecipada feita antes da demanda de mercado, gerando assim stocks, os produtos serão estocados até haver demanda para os produtos em stock (Corrêa & Corrêa, 2012).

2.3.2. Stock

Stock é a necessidade de estocar produtos ou matéria-prima que não foram transformados em produto acabado. É um desperdício criado pela mesma causa que ocasiona a superprodução, devido a lotes com muita quantidade, variação de demanda com produção empurrada e incapacidade de produção (Tubino, 2015).

Segundo Tubino (2015), os stocks necessitam ser mantidos com alto controle para evitar problemas e garantir a qualidade. Os impactos gerados pela estocagem e o consumo de área, custos elevados para manter os materiais dentro das empresas e o gasto com mão-de-obra para fazer os controles.

2.3.3. Transporte

Transporte é necessário devido à necessidade de levar a matéria-prima dos stocks até as áreas produtivas, gerando consumo de tempo desnecessário, aumentando o custo do produto. Transporte é a locomoção da matéria-prima e os produtos dentro dos processos e áreas de stock que não agregam valor para o produto, gerando desperdício fora do processo de produção duplicados em lotes. Uma solução que pode ser aplicada para eliminação e a produção puxada (Tubino, 2015).

2.3.4. Sobre-Processamento

O sobre-processamento são os processos desnecessários implementados gerando tarefas nos postos de trabalho que não agregam valor para o cliente ou empresa (Tubino, 2015). Portanto sobre-processamento gera desperdícios aumentando assim os custos de produção sem agregação de valor ao produto.

2.3.5. Movimentos Desnecessários

Os movimentos desnecessários, ocorrem quando, um colaborador está buscando um equipamento, ou seja, não está agregando valor ao produto, porém está agregando custo ao produto. Este desperdício é ocasionado pela desarrumação da área de execução e gerando movimentos incorretos pelos executores. Segundo Tubino (2015), esse desperdício ocorre nos postos de trabalho, devido à falha dos métodos de movimentação da matéria prima de grandes lotes e muito material em stock, aumentando os custos. Impactando nos tempos e no custo operacional devido ao maior tempo para executar uma atividade, que podem ocasionar problemas de qualidade devido aos problemas da metodologia de operação. Podendo também ocasionar lesão nos operadores devido aos movimentos desnecessário (Tubino, 2015).

2.3.6. Espera

A espera é um tempo perdido para a produção, onde não será mais possível recuperá-lo. São todos os tempos em que mão-de-obra e equipamentos ficam sem nenhum tipo de atividade ou processamento indisponível, não agregando valor aos clientes. Gerando custos com tempo de espera até abertura do plano de produção, itens que aguardam a sua demanda para serem produzidos até fechamento da work ordem de trabalho. Sendo um dos principais desperdícios detectados em processos produtivos com criação de lotes, desta forma as empresas tem grandes benefícios eliminando este tipo de desperdício (Tubino, 2015). Muito embora estes desperdícios estejam ligado aos lotes com números grandes de itens, a falta de sequência das demandas e a continuidade da produção são empurradas, gerando problemas na detecção dos pontos de gargalo de imediato, portanto a falta da manutenção preventiva das máquinas tem grande impacto devido os desgastes do equipamento e suas paradas não programadas, gerando aumento de stock de segurança (Tubino, 2015).

2.3.7. Defeitos

Defeitos são os produtos ou itens que não atendem as características ou especificações do produto, ou seja, não atendem os parâmetros da qualidade. É um desperdício mais frequente em uma fábrica, devido o uso dos recursos humano, material e de equipamentos produzindo produtos com falhas que não serão vendidos ao cliente proporcionando desperdício total do sistema produtivo, impactando na motivação da equipe, onde os defeitos são um dos principais fatores para enfraquecimento da força de trabalho produtiva (Tubino, 2015). Os defeitos podem ser gerados por métodos incorretos, dos lotes com muitos itens que dificultam detectar as falhas, equipamentos sem check list e manutenções preventivas antes da produção, a prevenção é muito importante para evitar desperdícios, sendo necessário analisar as outras variações no processo de produção e produtos (Tubino, 2015).

2.4. Técnicas e Ferramentas do *Lean*

O lean conforme como já demonstrado seus conceitos, tem como objetivo aumentar os lucros, com a aplicação de ações para eliminar os desperdícios com uma cultura da necessidade de melhorias contínuas (Alves & Alves, 2015). Através da aplicação de várias técnicas com foco de simplificar, aperfeiçoar, padronizar, detectar e eliminar esforços desnecessários, investimentos e materiais que não agregam valor ao cliente (Pinto, 2009).

2.4.1. Kaizen

O kaizen foi desenvolvido no Japão após a guerra mundial, motivados por gestores da área de qualidade e americanos da área acadêmica que passaram pelo país. Sendo o ponto de partida para disseminação no mundo e atualmente aplicada em áreas de trabalho fora do campo produtivo. O Kaizen vem do japonês traduzindo melhoria contínua. Sendo mais um dos pilares do lean (Green, Lee, & Kozman, 2010). Kaizen é uma aplicação contínua de melhorias com objetivo de eliminar os desperdícios e melhorar a produtividade de um processo, sempre buscando o aprimorar o processo e deixar o mais próximo do ideal. Porém é necessário o envolvimento de todos os colaboradores para alcançar as metas estabelecidas da empresa. Kaizen engloba todas as ferramentas e técnicas para gerar melhorias.

2.4.2. 5S

Para (Habu, Koizumi, & Ohmori, 2012), o 5S também conhecido como housekeeping, apareceu no Japão na década de 50, após a guerra mundial, com foco de reestruturar o país que estava passando por uma grave crise, sendo um programa aplicado para reorganizar as empresas no país. O 5S são cinco termos japoneses os quais demonstram boas práticas no ambiente de trabalho, melhorando visualmente, redução de tempo, agilidade no processo, e melhor visualização das necessidades. Para aplicar o 5S é necessário seguir as seguintes tarefas (Seiri) utilizar somente o que se faz necessário e remover o desnecessário do local de trabalho, (Seiton) Organizar material conforme a demanda do local de trabalho, (Seiso) limpar o local de trabalho, (Seiketsu) Melhoria contínua e padronização das ferramentas na área de trabalho, (Shitsuke) Autodisciplina e Execução dos quatro primeiros itens com na rotina de trabalho (Monden, 2012).

2.4.3. PDCA

O ciclo PDCA é uma filosofia desenvolvida por Walter Stewart, em 1920, e disseminada em 1950 por Demming, tornou-se conhecida como ciclo de melhoria contínua (Pinto, 2009). É um ciclo que funciona como um caminho para desenvolver melhorias, possibilitando modificações e a realização de análises e soluções (Pinto, 2009). Segundo Suzuki, (2010), o PDCA é dividido em quatro ciclos sendo primeiro (Planejar) identificar e desenvolver ações, planejar e desenvolver as estratégias atingir as metas, (Fazer) realizar as estratégias estabelecidas para alcançar as metas, (Verificar) fazer o levantamento de dados após as ações implementadas e verificar se ações tiveram eficácia e se os objetivos foram alcançados comparando os resultados atuais com histórico antes da aplicação do ciclo PDCA, (Agir) caso as ações corretivas não tenham gerado os resultados esperados, precisa ser identificado onde houve as falhas e tomar novas ações para eliminar as falhas e evitar reincidência.

2.4.4. Gestão visual

A gestão visual é uma das ferramentas do lean tendo como objetivo torna simples a execução do trabalho. A gestão visual pode ser chamada de controle visual, é uma prática que possibilita aos colaboradores diretos da fábrica, a entender o funcionamento das atividades da empresa ao seu redor sem a criação de normas. Gestão visual oferece uma maior visualização correta

das atividades operacionais evitando falhas operacionais. Podendo ser implantada com diversas opções marcações no piso da fábrica identificado cada área do processo, identificação de ferramentas, sinalização visual. Essa ferramenta precisa ser desenvolvida pelo grande potencial para desenvolver soluções contínuas para as empresas e pela representatividade no sistema lean manufacturing (Pinto, 2009).

2.4.5. SMED

O SMED é uma das ferramentas lean mais relevante na redução de desperdícios em processos sendo desenvolvida no Japão por Shigeo Shingo. É uma Ferramenta aplicada para diminuir os tempos de setup conhecido pelas melhorias aplicadas na execução das operações sempre focando em corrigir as atividades diminuindo os tempos e dando maior flexibilidade a área produtiva (Pinto, 2009). As correções não agregam valor ao cliente, mais são desperdícios aceitáveis, porém, precisam ser reduzidos. A diminuição dos tempos impacta na minimização dos custos de produção e produtos fabricados. Sendo importante para realização de algumas atividades para alcance da redução de custo; dividir os processos dos Setup internos dos setups externos, que ocasionam correções; transformar os processos internos em processos externos quando tiver está opção, para diminuir os tempos de paradas; solucionar e acabar com as correções; melhorando a estrutura tornando-a flexível no processo para atender as necessidades; Padronizar os processos, para diminuir as variações das atividades dentro do processo (Pinto, 2009).

2.4.6. Standard Work

Padronização do trabalho é uma das ferramentas de grande importância do lean manufacturing. A Padronização do trabalho e seguir um fluxo contínuo na realização de um processo ou da realização de um processo sem modificações sempre com o mesmo método, mantendo uma forma de trabalho com que e disponível para realização de um processo. Segundo Suzaki (2010) a implantação tem cinco fases a serem seguidas: Estabelecer metas, fazer levantamento do tempo de cada processo; analisar o trabalho, realizar medidas, levantar os dados do processo, checar e analisar o processo; desenvolver os métodos, encontrar soluções e aplicá-las; padronizar o processo, gerar regras para soluções implantadas; desenvolver os colaboradores.

O trabalho Padronizado tem como foco alavancar a produção e aumentar sua produtividade, eliminar a inexistência do fluxo de processo, aumentar a autoestima dos operadores. Tendo vários benefícios com a implantação do trabalho Padronizado (Pinto, 2009); (Suzaki, 2010): diminuição de WIP, redução do esforço de trabalho, aumento da produção com a padronização dos processos devida os produtos serem fabricados dentro do mesmo período de tempo, motivação dos colaboradores; redução de lesão dos operadores, controle da área produtiva; manter os operadores realizando cada atividade de forma padronizada, garantir aprendizagem de novos colaboradores ou dos colaboradores promovidos; manter os produtos dentro do padrões e requisitos estabelecidos e gerar evidências das melhorias da empresa.

2.4.7. Kanban

O kanban é uma ferramenta de controle visual, que foi criado por Ohno com finalidade de definir a quantidade de peças conforme solicitação do cliente. Kanban foi originado no Japão é um cartão ou quadro colorido. Sendo uma característica do JIT, pode ser implantada quando se busca trabalhar dentro do sistema de produção puxada. A atividade do próximo posto puxa atividade do posto anterior. A produção puxada, Kanban fica sempre no posto a frente e demonstra ao posto anterior quando a necessidade da recolocação de novas peças antes da finalização das peças em processo. Gerando o comando para o posto anterior produzir no tempo correto e conforme a demanda. Kanban é aplicado nos transportadores que controla a produção de cada posto de trabalho. Kanban é importante para controle de produção e entrega (Pinto, 2008).

2.4.8. FIFO

O FIFO é o primeiro item que entra e o primeiro item que sai, aplicado dentro dos stocks para evitar o envelhecimento e problema de qualidade da matéria prima. Principalmente em stocks que armazenam componentes sensíveis para a produção de produtos acabados.

2.5. Value Stream Mapping (VSM)

O VSM é conhecido como Mapa do Fluxo de Valor MFV sendo utilizado para mapear o fluxo de valor atual e futuro de um processo após implantação do lean, com objetivo de detectar os pontos desperdícios e desenvolver um novo fluxo eliminando os desperdícios agregando valor

ao produto (Ramesh & Kodali, 2011). É a ferramenta mais conhecida para análise do mapeamento de um processo Marodin & Saurin (2013); (Carvalho, et al., 2014). Isso Possibilita detectar os desperdícios dentro dos processos Para implementação do MFV é necessário seguir quatro Fases:

Na primeira fase é necessário definir uma família de produtos ou um produto específico que será mapeado para analisar o fluxo de valor. Essa primeira etapa é de grande relevância devido à impossibilidade de analisar todos os produtos no mesmo fluxo de valor de uma empresa. Na segunda fase é necessário medir e levantar todos os dados e transformar em informações para ter a visão geral do fluxo atual. Os dados mensurados são os tempos do ciclo de processo, substituição de ferramentas, quantidade de operadores, turnos de trabalho, controle dos itens entre processos de trabalho, dimensão dos lotes e a entrega ao cliente. Após a coleta das informações é necessário criar o fluxo atual, analisar e detectar os pontos de desperdícios no fluxo atual do processo a serem eliminados. Na figura 2 os símbolos utilizados no MFV.

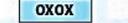
	- Fonte Externa		- Fluxo de informação eletrônica
	- Caixa de Dados		- Fluxo de informação manual
	- Caixa de Processos		- Sistema puxado
	- Operadores (múltiplos)		- Sistema FIFO (Primeiro que entra, primeiro que sai)
	- In-Box (Fila de Informação)		- Caixa de informação
	- Inventário e WIP (Work In Progress)		- Fluxo de entrega
	- Linha do tempo segmentada		- Caminhão de entrega
	- Fim de linha do tempo		- Kanban
			- Sistema de carga e descarga
			- Sistema sequenciado pull ball
			- Atividade de Melhoria

Figura 2. Símbolos do VSM (Citissystems, 2018).

Na terceira fase são estabelecidas as metas futuras. É necessária a criação de um novo MFV com as metas a serem alcançadas conforme já estabelecidas no fluxo anterior. Na quarta e última fase é o desenvolvimento de um plano de melhoria que é formado pelas técnicas aplicadas para melhorar o fluxo conforme as metas já estabelecidas. Porém mesmo sendo uma ferramenta importante, existem algumas desvantagens levantadas: o fluxo de valor de mais de um produto; a evidência de transportes através da representação gráfica de espera e

distância, levantamento de custos, a falta de informações do fluxo, sem metodologia para aplicação de melhorias (Alves, Alves, & Bertelli, 2009).

2.6. Waste identification Diagram (WID)

Waste Identification Diagram (WID), é uma nova ferramenta com objetivo de superar as limitações do (VSM), Mapeamento do Fluxo de Valor na demonstração do processo produtivo (Carvalho, et al., 2015).

O (WID), é uma inovação das ferramentas do *lean*, onde pode ser visto e detectado os desperdícios de materiais e produtos com transporte, Superprodução, stock e defeitos e nas atividades operacionais movimentos desnecessários, transporte, espera e esforços de sobre processamento (Carvalho, et al., 2015).

Carvalho et al. (2014), descrevem os passos da produção onde podem ser detectados através do (WID), os principais pontos de desperdícios que geram impactos nas empresas evitando o alcance das metas com seu fluxo de produção Apresenta os focos do WID: Demonstrar o fluxo de valor da gama de produtos de uma empresa ao mesmo tempo; detectar e analisar os pontos de desperdícios, demonstrando visualmente; fornecer uma visão visual real; demonstrar os resultados através da análise de indicadores de desempenho; geração de melhorias contínua. Carvalho, et al. (2014), confirmam que o (WID), pode ser implantado independente da particularidade de cada modelo e a divisão de menor demanda e maior diversidade, resolver os problemas de desperdícios gerados com transporte e as demonstrações visuais.

Segundo Eira (2015), o (WID), favorecer o uso das variantes dos tempos de ciclo, setup, takt time e controle de WIP, o desgaste de locomoção entre as áreas de trabalho, mensuração das atividades dos operadores, dividindo em três partes que agregam valor, que não agrega mais e necessário e que precisar ser eliminada.

A Demonstração gráfica do (WID), é formada por três ícones: Os blocos, as setas e os gráficos circulares conforme ilustra o exemplo na figura 3.

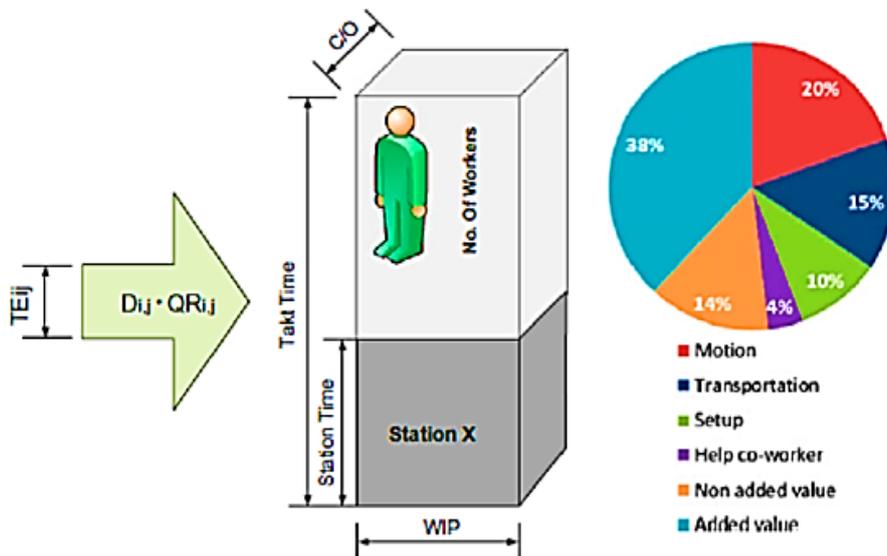


Figura 3. Representação WID (Dinis Carvalho et al., 2014).

Os blocos descrevem os postos de trabalho, as setas são os desgastes com transporte e os gráficos circulares demonstram a mão de obra. A estrutura dos blocos demonstram indicadores visuais, que são relevantes para a empresa (Carvalho, et al., 2014).

A vista frontal do bloco descreve o tempo de locomoção da estação de trabalho que é a multiplicação do takt time pela WIP, e a parte da profundidade do bloco demonstra o tempo de setup do posto de trabalho. O tamanho da seta demonstra o desgaste do transporte, que e a multiplicação do espaço entre a empresa e o cliente e a necessidade de viagens para o abastecimento.

Para Carvalho, et al. (2014), o WID é constituído de três Etapas: a primeira etapa refere-se ao fluxo de produção, a segunda etapa esta conectada a tarefa operacional e a terceira etapa demonstram análise de desempenho. Na primeira etapa deve reconhecer a área do processo de produção, onde inicia e finaliza área de produção, qual o capital aplicado, colaboradores e espaço de stock; detectar a características do produto, dividir as famílias de produtos e trajeto percorrido, tempo das atividades de produção, necessidade de mercado, gerenciamento da cadeia de materiais; criar um bloco para cada posto de trabalho conforme se encontra dentro do layout, a dimensão do bloco deve corresponder ao valor dimensionado, para a WIP dever ser analisado as diferentes ocasiões e tirar à média; distribuir os operadores nos postos de trabalho; criar as setas conforme trajetos da produção (Carvalho, et al., 2014).

Na segunda etapa esta ligada às atividades operacionais, gerar um registro para controle das amostras, para diferenciar o grupo de atividades, realizar a amostra conforme a técnica de

amostragem para o trabalho, gerar um gráfico de pizza para a distribuição dos colaboradores com percentagem ou despesas(Carvalho, et al., 2014).

Na terceira etapa, será necessário estabelecer indicadores de performance mundiais e a aplicação de valor dentro do WID. Essas performances são calculadas com dados obtidos nas primeiras duas etapas (Carvalho, et al., 2014).

2.6.2. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O Overall Equipment Effectiveness (OEE), foi desenvolvido no SPT não tendo como único objetivo mensurar a performance de equipamentos, mais gerar alternativas de melhorias contínuas dentro do processo e equipamentos. Segundo Silva (2014), OEE é um indicador de performance que mensura tridimensionalmente devido análise dos três elementos abaixo:

Disponibilidade é o tempo de produtividade do equipamento, eficiência durante o tempo de produtividade do equipamento é qualidade dos produtos bons no processo. OEE é a multiplicação dos três elementos, conforme apresentado na equação: $OEE = Disponibilidade * Velocidade * Qualidade$. Disponibilidade demonstra o tempo de produtividade real da linha de produção ou máquinas a disponibilidade é o Tempo de funcionamento/ Tempo disponível. Tempo disponível e o tempo total de trabalho e as paradas programadas (Carvalho, et al., 2014). O resumo do (OEE), está representado na figura 4.

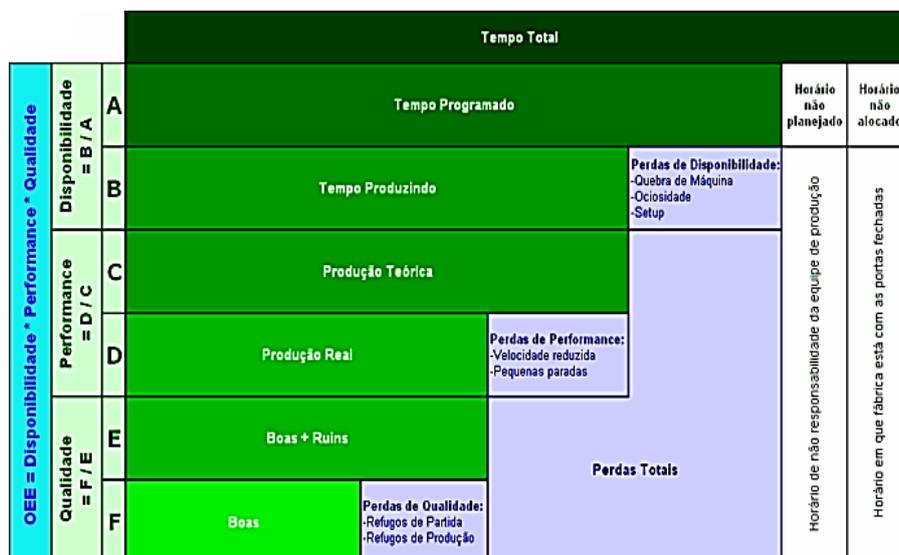


Figura 4. Representação do cálculo OEE (Leandro Borges, 2017).

O tempo de produtividade e o resultado da diferença do tempo disponível e as paradas não programadas com falhas de equipamentos ou falta de materiais, tempo de funcionamento é o tempo disponível – parada não programada. A fórmula para o cálculo da velocidade é o

tempo de ciclo ideal*Produção real/tempo de produtividade. Tempo de ciclo ideal é a retirada da capacidade máxima de um processo. Fórmula da qualidade e a produção sem defeitos/produção Total (Carvalho, et al., 2014).

2.7. Fluxograma

Conforme Juran & De Feo (2010), o fluxograma é a forma mais eficiente de encontrar os clientes e monitorar o produto e identificar o que está sendo impactado por esse produto, sendo também uma forma de visualização gráfica para cada fase de um processo. O fluxograma pode ser aplicado em várias como desenvolvedores de software que utilizam com desenvolvimento de algoritmos, tendo representações diferenciadas. Os fluxogramas são gerados através de caixas com informações, linhas, setas que demonstram as direções das atividades. O retângulo e normalmente usado como uma caixa no fluxograma existe mais figuras geométricas que diferenciam outras atividades. No entanto existem alguns símbolos específicos para operações, movimentação de matéria prima, estocagem e inspeção conforme mostra a figura 5.

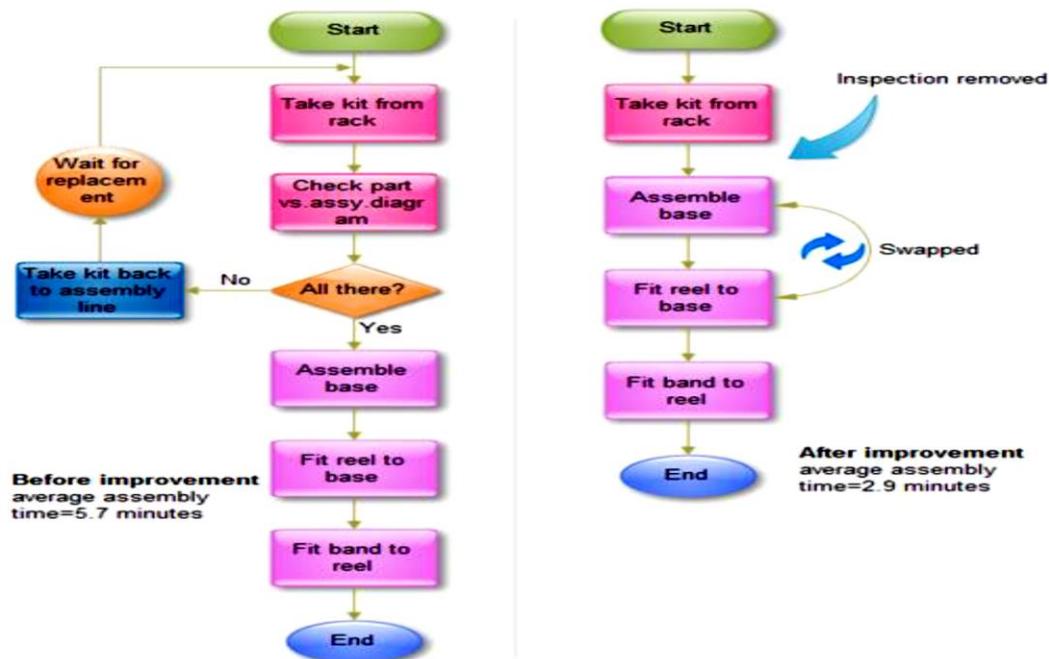


Figura 5. Flow Process chart (Slack, Chambers, Harland, Harrison, & Jonhston, 1997).

Outras formas de representar diferentes atividades e aplicação de cores e sombreamento para identificar os pontos mais importantes do processo. Existem gráficos que podem demonstrar o fluxo de um processo como a sequencia de processos para produção de um determinado modelo ou de vários modelos (Juran & De Feo, 2010).

do desenvolvimento de um layout podem gerar transtornos em toda vida produtiva de uma empresa. Na figura 7 pode ser visto algumas consequências de um layout.

Vantagens de um bom <i>layout</i>	Desvantagens de um mau <i>layout</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Diminui custos de transporte e de movimentação; • Eficiente utilização dos espaços; • Eficiente utilização dos recursos humanos; • Eliminação de estrangulamentos; • Melhora o fluxo de informação; • Reduz tempos de processos e de serviços; • Integra medidas de segurança e higiene; • Aumenta a qualidade de produtos e serviços; • Facilita as operações de manutenção; • Facilita o controlo visual das operações; • Garante a flexibilidade do sistema de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevados custos de posse e de movimentação; • Maiores tempos de ciclo e maiores <i>lead times</i>; • Elevados inventários intermédios; • Degradação da qualidade dos produtos; • Defeitos nos artigos e produtos; • Problemas de segurança; • Desmotivação dos colaboradores; • Baixa utilização de espaços e equipamentos; • Fluxo complexo.

Figura 7. Consequências dos Layouts no Desempenho das Organizações Pinto (2010).

3. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DA LINHA ATUAL COM APLICAÇÃO DO WID.

Aplicação do desenvolvimento da dissertação foi realizada na empresa de produção de caixas acústicas localizada na zona franca de Manaus. Tendo como atividade principal a montagem de caixas acústicas e uma variada gama de modelos produzidas em 6 linhas de produção com 198 funcionários. Neste capítulo será demonstrado a visão do processo produtivo o fluxo de materiais e layout atual e a mudança aplicada para diminuir os desperdícios com movimentação desnecessária.

Existem 7 linhas de produção, porém são utilizadas somente 6 para produção de caixas acústicas. No stock de itens tem 10 estoquistas, 2 controladores do material que saem do stock para WIP de desembalagem, 16 pessoas dentro da WIP de desembalagem, 12 alimentadores de itens diversos mais 2 operadores na alimentação de caixa e packing de embalagem, 178 operadores distribuídos nas 6 linhas de produção, 10 membros da qualidade, 4 membros da engenharia e 32 staffs no total de 266 funcionários.

O departamento da engenharia é o único que fica longe dos outros departamentos na outra extremidade da produção. A área da WIP são colocados de forma excessiva os materiais antes de ir para o processo de produção final. O stock de itens ficam próximos as linhas de produção mas separados por uma grade gerando a necessidade dos alimentadores percorrem uma grande distância para entregar os materiais na montagem do produto final.

A WIP de madeira fica na frente do stock de itens stock de caixas e packing estão alocados próximo a WIP de itens gerais. As áreas de qualidade, administração da produção e o cofre materiais estão alocados próximo a primeira linha de produção.

3.1. Planejamento e Controle de Produção

A produção é planejada conforme a solicitação da demanda do cliente ou conforme o material do stock disponível para produção, para os operadores da produção não fique parados, e assim consiga atender o cliente quando houve pedidos extras, para tanto a capacidade produtiva não atender a demanda de produção solicitada pelo cliente. Outro problema é o envio de materiais em excesso advindo do cliente, em alguns caso esse material não esta dentro da programação de produção do mês.

3.2. Representação do Processo de Produção e Fluxo de Materiais

Para produção de um modelo de caixa acústica segue o seguinte fluxo desde área de matérias até o processamento final conforme mostra a figura 8.

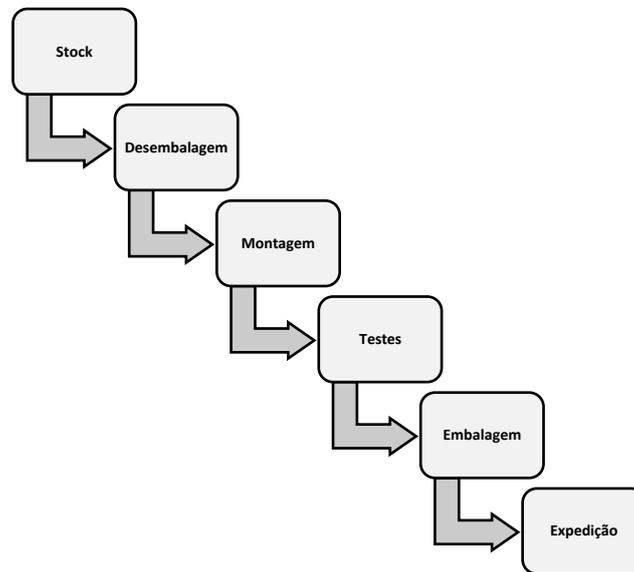


Figura 8. Rota dos Produtos da Empresa.

A empresa estudada é uma empresa de montagem de caixas acústicas, que recebe todo material do cliente alguns importados outros de origem local. Abaixo está sendo demonstrado o layout do fluxo de materiais da empresa para melhor visualização da empresa enquanto estava sendo realizada análise da estrutura do layout atual. É possível verificar que o fluxo de materiais atual passa por um layout que gera a necessidade da caminhada de grandes distâncias para chegar até o processo. Sendo que os materiais não seguem um fluxo contínuo sendo necessário ser dividido em fases de desembalagem e envio para produção como demonstrado na linha amarela que vêm do stock passa pela WIP para desembalagem depois segue para a produção no percurso na linha vermelha. Conforme pode ser visualizado na figura 9.

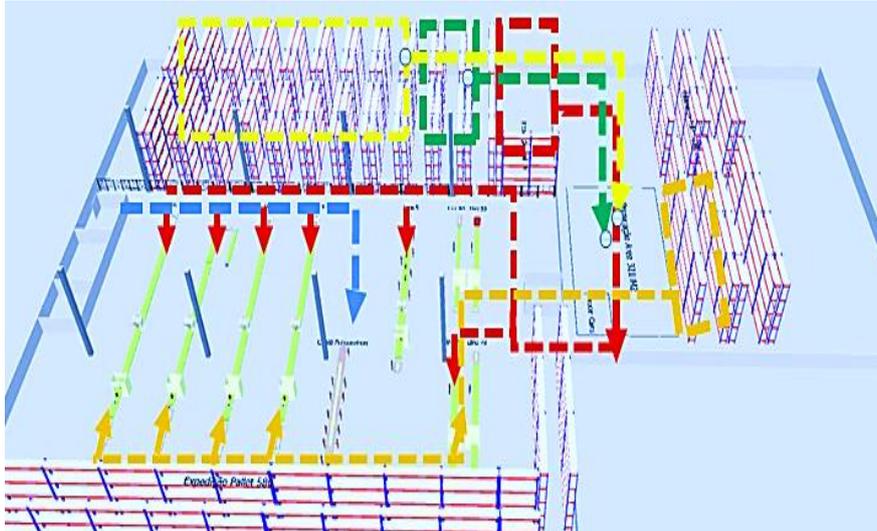


Figura 9. Fluxo de Materiais da Empresa.

3.3. Fluxo de Análise de Procura

A empresa planeia a produção conforme a demanda do cliente, em seguida prepara o processo produtivo conforme modelo solicitado para produzir na linha de produção adequada para o modelo. A empresa produz no sistema de produção puxado quando o cliente solicita caixas acústicas conforme sua demanda de mercado ou no sistema de produção empurrado quando produzido conforme material em stock sem demanda no momento gerando stock.

A área comercial tem a responsabilidade de recebimento das demandas do cliente via e-mail, após o recebimento da demanda será verificado a linha de produção e enviado as informações para os departamentos de materiais para separação dos matérias conforme a demanda de cada modelo e ajuste do processo realizado pela área de engenharia.

3.4. Análise e Diagnóstico do fluxo de Materiais.

Neste capítulo será analisado o diagnostico da área de montagem das caixas acústicas com aplicação da metodologia WID para representar o fluxo de materiais na linha de produção e a suas dimensões dentro do layout da empresa. Com resultado a ser analisado através do WID poderá ser avaliado a produtividade, tempo de entregas dos itens dentro do processo produtivo, performance do processo e detectar os desperdícios do processo.

3.5. Estudo do Layout do Sistema de Produção com aplicação da Ferramenta WID.

Nesta fase do trabalho foi estudado o layout do setor produtivo, com objetivo de melhorar o fluxo de materiais, produção e identificar e eliminar os desperdícios.

Para aplicação desse estudo foi realizada aplicação da ferramenta WID para representar o caminho da matéria prima. Para construção do WID é preciso fazer o levantamento de alguns dados como tempos de produção, deslocamento da matéria prima e a mudança dos jig's no processo produtivo e a quantidade de itens na WIP. Sendo importante o profundo conhecimento das etapas que serão analisados para estabelecer o início e o fim do processo a ser estudado.

Conforme a solicitação do nosso presidente na qual a equipe de melhorias de produtividade se reportava, precisávamos realizar uma grande mudança de impacto dentro do processo do fornecedor de caixas acústicas com custo baixo e que pudéssemos reduzir movimentos desnecessários e mão-de-obra.

Após um *brainstorming* com a equipe de trabalho e com suporte do coordenador de materiais da nossa empresa, tivemos a visão de estudar o layout do fornecedor e propor melhorias para redução dos desperdícios durante o caminho desde a saída da área de matérias até a linha final.

3.6. Takt Time

O takt time é calculado por meio da fórmula abaixo:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tempo de produção disponível}}{\text{Demanda diária cliente}}$$

Com a demanda de produção diária estabelecida pelo cliente e conforme capacidade de produção de cada linha. Foi possível realizar os cálculos do takt time diretamente aplicados os tempos em segundos devido a diferentes níveis de produção conforme modelos e capacidade em cada linha. O horário total de trabalho disponível e de 08h 40min sendo um total de 09h30min com 30min de intervalo de almoço e 20min de paradas dívidas pela parte da manhã e a tarde transformado o tempo disponível em segundos dá um total de 31200 segundos. Conforme resultados demonstrados na tabela 1.

Tabela 1 - Resultado do Cálculo Takt Time.

Cálculo/Unidade	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Unidade
TT=Tdp/Qr (Segundos)	31200	31200	31200	31200	31200	31200	Segundos/dia
	160	600	1100	900	650	400	Peças/dia
	195	52	28,4	34,7	48	78	Segundos/peça

3.7. Tempo de Ciclo

Para o levantamento do tempo de ciclo das diferentes linhas de produção e modelos, foi necessário fazer a medição do processo dos operadores em todas as linhas estudadas devido não ter controle automático do tempo de produção em nenhuma linha do processo da empresa de caixas acústicas, o tempo de ciclo depende da habilidade de cada operador ou do processo de trabalho e complexidade onde o tempo de ciclo resultou da medida do posto de maior duração em cada linha.

A tabela 2, mostra os resultados encontrados das 6 linhas de produção nos processos de desembalagens e alimentação do carrinhos e do processo de montagem final. Pode ser visto no anexo 1 a coleta dos tempos onde foi possível encontrar os resultados abaixo.

Tabela 2 - Tempos de Ciclos médios (Segundos).

Nº de Observações	Processos	Desembalagem	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
10	Montagem Final	20	180	46	25	33	38	75

3.8. Work In Process (WIP)

Foi possível fazer o levantamento dos stocks intermediários através da contagem das quantidades itens dentro de cada pallet padrão que são transportados do stock para WIP onde todos os itens passam pelo processo desembalagem e arrumados em carrinhos antes de serem enviados para as linhas de produção conforme resultado demonstrado na tabela 3 abaixo. No anexo II estão os levantamentos dos itens em cada etapa de seus stocks até a linha final.

Tabela 3 - Quantidades de Itens na WIP (unidades).

Desembalagem	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
22269	916	13548	2279	3202	2004	1630

Conforme demonstrado no WID, foi demonstrado que o layout do sistema produtivo gera um grande impacto de desperdício dentro do processo produtivo e será o foco principal dentro desta dissertação.

3.9. Changeover

Para avaliação do changeover foram realizados 10 observações dentro do processo produtivo e da área da WIP e realizado a média entre os 10 tempos coletados conforme os resultados apresentados no WID e na tabela 4. Os tempos coletados para obtenção destes resultados encontra-se no anexo 3. Tempos de Setup (Minutos).

Tabela 4 - Tempos de Setup (Minutos).

Desembalagem	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
10	30	20	18	25	30	40

3.10. Esforço de Transporte E.T

O esforço de transporte foi adquirido através da somatória dos esforços de transportes individuais da saída da matéria prima para área de WIP e da área de WIP para as linhas produções final conforme demonstrado dentro do WID. Tabela 5, demonstra os resultados dos cálculos do esforço de transporte. Os dados coletados para obtenção desses resultados podem ser visto no anexo IV.

Tabela 5 - Esforço de transporte (Unidade*Metro).

Desembalagem	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
1351731,19	122226	261519	338692	211486	135489	232091

3.11. Tempo de Atravessamento.

O tempo de atravessamento da área produtiva da empresa de caixas acústicas foi realizado através do somatório dos tempos de saída da matéria prima do stock para área de WIP e da WIP para as linhas finais de produção os resultados estão demonstrados na tabela 6. No Anexo V pode ser visto os dados coletados e os cálculos para obtenção dos resultados da tabela 6.

Tabela 6 - Resultado Tempo de atravessamento (minutos).

	Desembalagem	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Ta1	89076,20	178620	118508	90820,4	69472	78240	248196

Após fazer todos os levantamentos dentro processo conforme descrições e tabelas no capítulo 3 foi possível desenvolver o WID dentro da empresa de caixas acústicas conforme figura 10 abaixo.

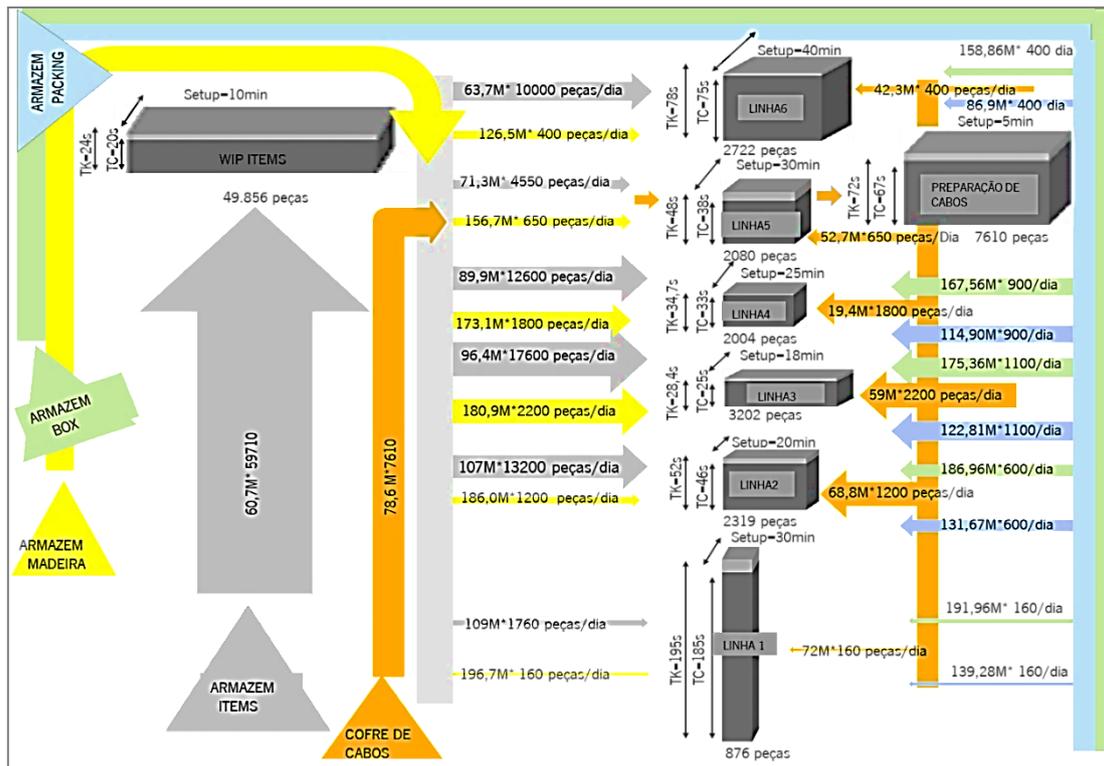


Figura 10. WID do Fluxo de Materiais.

3.12. Mão-de-Obra

Dentro do WID pode ser analisado a aplicação da mão-de-obra. Podemos avaliar as atividades que não agregam valor dentro do processo, principalmente movimentações desnecessárias devido a percorrer grandes distancia para transportar materiais. Para uma análise concreta do processo produtivo tanto qualitativa como quantitativa foi realizada a observações dentro da produção. Abaixo os itens levantados para coletas de dados para criação do gráfico do WID aplicadas durante o processo de desembalagem e envio dos materiais para o processo e da montagem final e conforme definidos com a equipe de tarefa do fornecedor: O caminho percorrido pelos alimentadores foram os mesmos trajetos; Os pontos de análises e observação dos alimentadores avaliados também foram repetidos; O tempo e a quantidade de observações foram definidos e avaliados em horários pré-estabelecidos. Foram coletadas 30 observações diretas do trajeto realizado por 2 alimentadores, com 15 medições para cada alimentador durante o transporte e movimentação dos materiais da área da (WIP), até o processo produtivo no layout atual e atividades operacionais dentro do processo de montagem final atividade realizada pela equipe de tarefa da empresa. Na figura 11 está o gráfico onde podem ser visualizados os resultados.

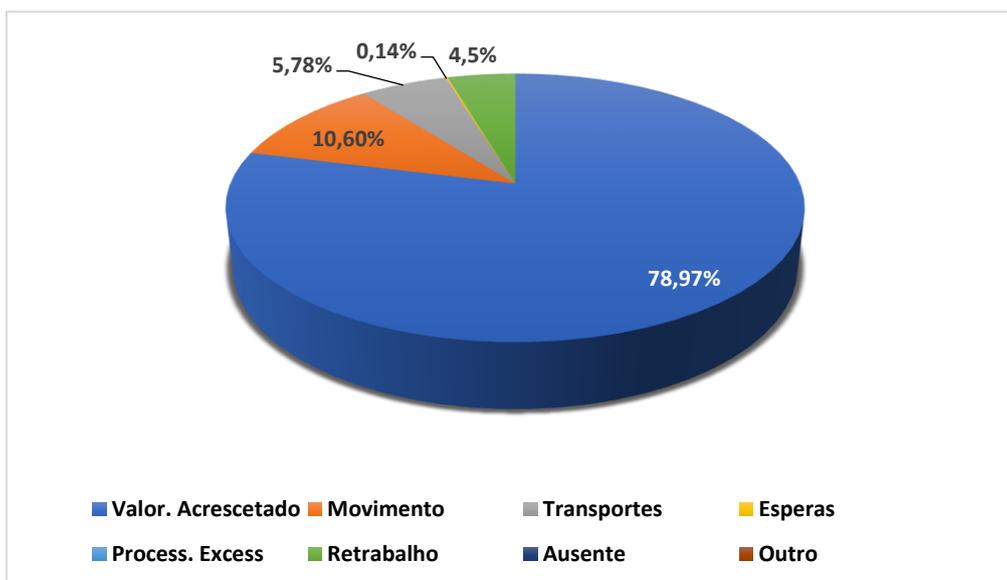


Figura 11. Gráfico da Aplicação da Mão de Obra.

Conforme poder ser visto no gráfico acima os alimentadores passam maior parte do tempo movimentando-se e transportando os itens apesar do tempo de valor agregado da atividade ao produto ser de quase 80% conforme gráfico realizado com suporte da equipe de projeto da empresa. Após a apresentação desses dados aos gestores da empresa e do cliente foi possível entender os impactos gerados com movimentações e transporte desnecessários e a necessidade da eliminação desses desperdícios. Esses desperdícios são gerados pelo layout atual da planta da empresa onde os 14 alimentadores precisam caminhar por uma longa distância da área da (WIP), até as linhas de produção empurrando com os itens para montagem das caixas acústicas.

Com os resultados obtidos podemos realizar cálculo dos custos com a quantidade de empregados responsáveis em realizar o processo de entregar de matérias e a montagem das caixas acústicas no processo da empresa. Não nos foi fornecido o valor real dos custos operacional de um operador para estudo foi aplicado o valor de R\$2.500,00 incluindo salários mais impostos. Na tabela 7 abaixo pode ser visto os custos médio aplicado pela empresa.

Tabela 7 - Custos Operacionais.

CUSTOS OPERACIONAIS	
Qty. Operadores + alimentadores	220
Salário (Mês)	R\$2.500,00
Custos Mensal	R\$495.000,00

A empresa gasta em média R\$ 550.000,00 com os (220), operadores estudados, como pode ser visto na figura 12.

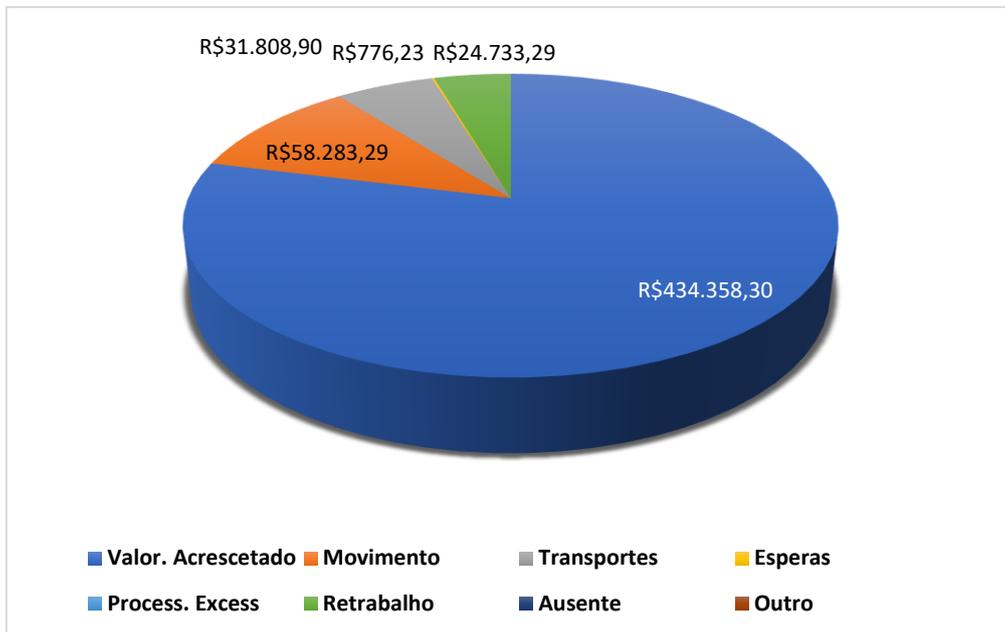


Figura 12. Gráfico dos Custos da Mão de Obra.

Conforme pode ser visto no gráfico acima o custo aplicado em movimentações desnecessárias e R\$58.283,29 e transportes R\$31.808,90 sendo um custo muito alto para essas atividades. Nesse momento foi desenvolvida uma atividade na empresa com uma meta estabelecida em reduzir os custos operacionais em 20% com essa aplicação onde o intuito era diminuir o valor do produto no mercado e aumentar a competitividade da empresa.

4. IDENTIFICAR OS PRINCIPAIS DESPERDÍCIOS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA.

Conforme demonstrado no WID as partes desembaladas que fazem a composição da estrutura do produto acabado das caixas acústicas são transportadas pelos alimentadores, responsáveis de fazer a entrega do material dentro do processo produtivo, além de uma grande variedade de outros itens que compõe a caixa acústica. Através da análise do percurso durante o transporte deste item dentro do processo, foi possível mensurar o tempo do trajeto entre WIP e linha de produção em 1,37 minutos, este resultado coletado pelo suporte da equipe de projeto do fornecedor de caixa acústica, serviu de amostragem e a coleta do tempo de cada alimentador da linha 1 definida como principal por se localizar mais distante da área da WIP.

O resultado médio dos tempos do trajeto de um total de 2 alimentadores, podendo assim demonstrar que o tempo dos alimentadores gastos desnecessariamente com movimentações e transportes. O objetivo deste levantamento foi demonstrar o tempo e mão-de-obra perdido com transporte e apresentar os resultados aos administradores da empresa, afim de demonstrar a necessidade de demonstrar os tempos em uma atividade que não agrega valor ao produto e está sendo aplicada muito tempo em uma atividade que não agrega valor ao produto.

4.1. Layout do Processo Produtivo

O fluxo de materiais das caixas acústicas na empresa não envia os materiais diretamente da área de stock direto para o processo produtivo, primeiramente a maioria dos itens passam pelo processo de WIP que compõe as caixas acústicas, diferente das partes de embalagem e madeira que são expedidos diretamente do stock para as linhas de produção passando por pequenos processamentos de WIP's.

4.1.1 Layout Atual dos Portas Pallets da Área de Materiais

Constam nesta área um total de 13 ruas, intervalos entre os porta-paletes, este possível excesso de ruas para estocagem de materiais necessita de um elevado gasto e descontrole com gerenciamento visual e dificuldade para encontrar itens dentro do stock rapidamente, ocupando uma área de 2.063M². Conforme demonstrado na figura 13.

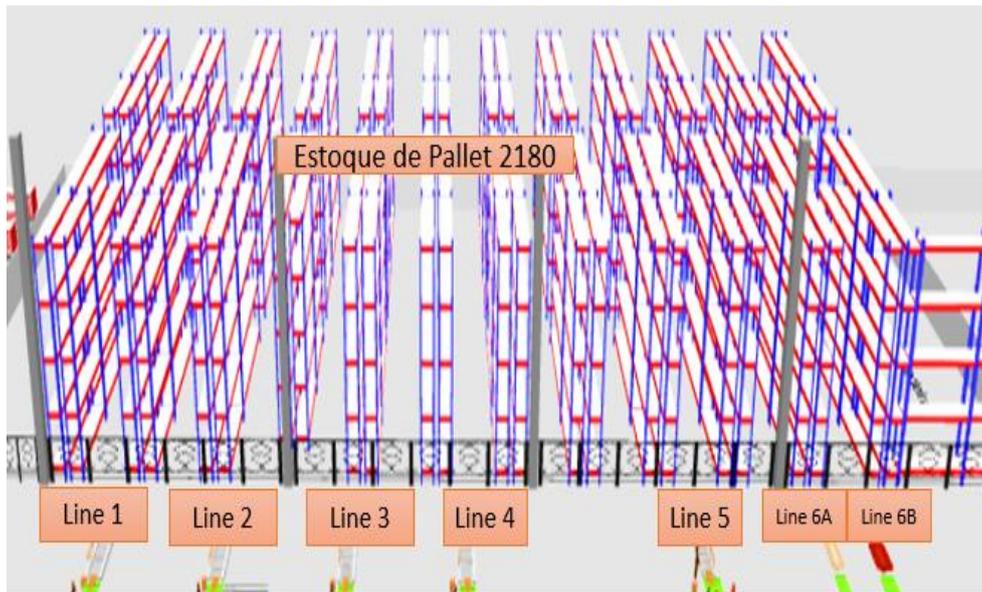


Figura 13. Layout Atual da Área de Materiais.

4.1.2 Proposta de Mudança das Portas Pallets de 13 para 4 ruas

A primeira proposta de mudança no layout foi a disposição dos porta-paletes dos itens principais que compõem as caixas acústicas de 13 para 4 ruas de porta-paletes com uma rua no meio para saída de materiais em frente área de produção com essa mudança pode-se obter os seguintes benefícios: melhorar o gerenciamento, arrumação, organização dos materiais e a redução da área de porta-paletes de stock de 2063M² para 1598M² e principalmente a redução da distância da área de stock para WIP de 60,7 metros para 34,7 metros. Conforme pode ser visto comparando a figura 13 com a 14.

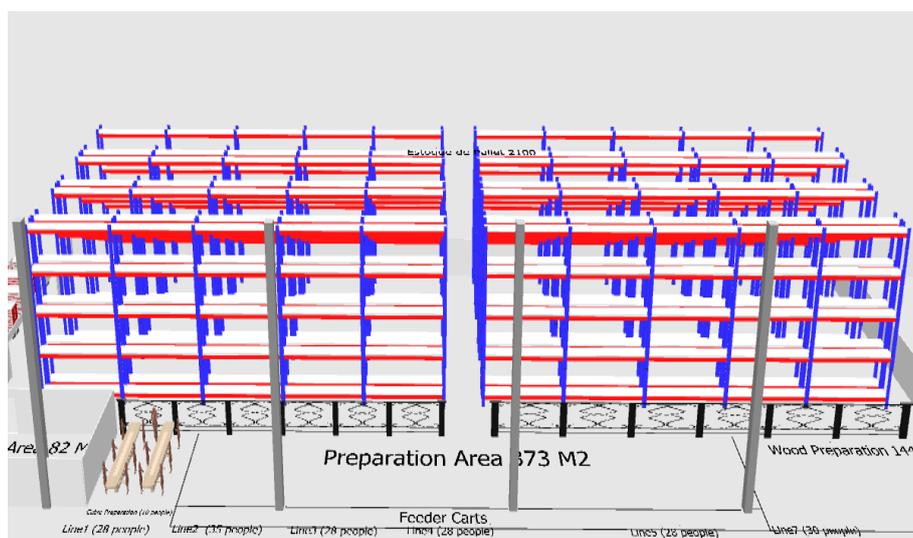


Figura 14. Proposta de Layout Para os Portas Pallets.

4.2. Layout Atual da Área da WIP

O segundo problema detectado na análise do layout a área da WIP está fora da área produtiva da fábrica dentro da área de materiais. Gerando movimento desnecessário e desperdício de tempo devido a necessidade de caminhar uma longa distancia para entregar os materias no processo produtivo na primeira linha a mais distante o alimentador precisa caminhar 119,6 metros conforme demonstrado na figura 15. Gerando uma demanda de 14 alimentadores para atender todas as 6 linhas produção distribuídos da seguinte forma Linhas 1,2,3,4,5,6 tem 2 alimentadores cada linha e 2 para alimentar todas as 6 linhas com box e packing.

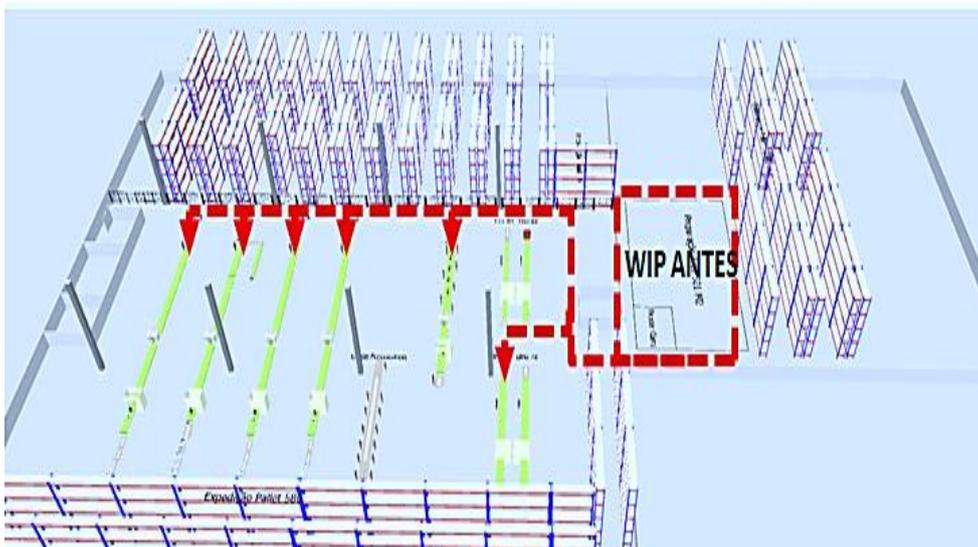


Figura 15. Layout Atual da Área da WIP.

A segunda proposta de layout é a mudança da área da WIP que está na parte externa da área produtiva para a área interna de materiais. Conforme pode ser visto comparando a figura 15 com a 16.

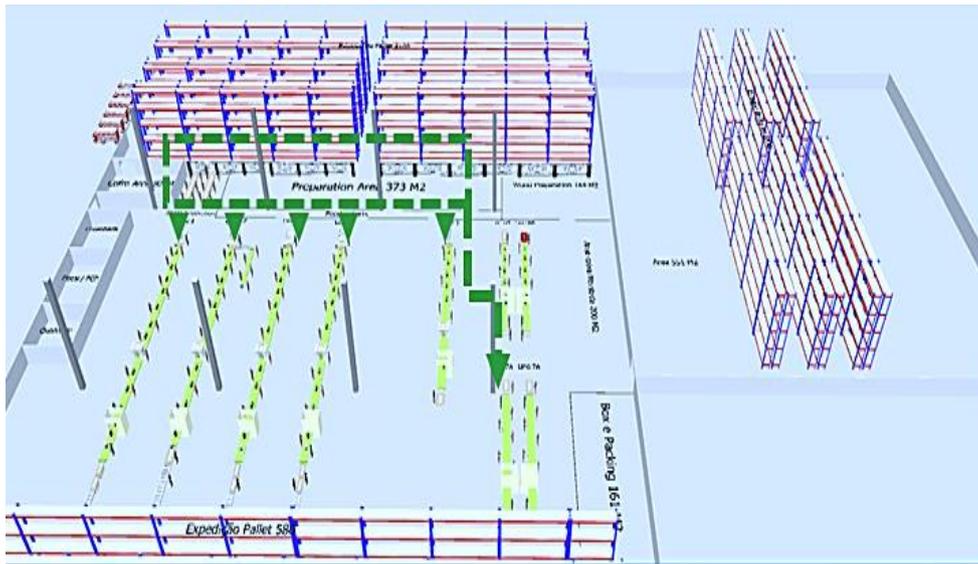


Figura 16. Proposta de Layout Para Área da WIP.

Com esta mudança, a disposição dos porta paletes foi possível ganhar uma área de 373M² em frente área produtiva das linhas produção, e obter os seguintes benefícios: redução do movimentação, transporte e de tempo de entrega de 119 metros para 29,6 metros para levar os itens que compõe a caixa acústica até a linha 1, redução de mão de obra de 12 para 6 alimentadores, possibilitando o aumento da produtividade e reduzindo custos.

4.3. Layout Atual da WIP da Madeira

O terceiro problema detectado durante análise do layout da área WIP fica na área de stock para entrega da madeira no processo produtivo com uma distância de 196,7 metros até a linha 1 . Conforme demonstrado na figura 17.

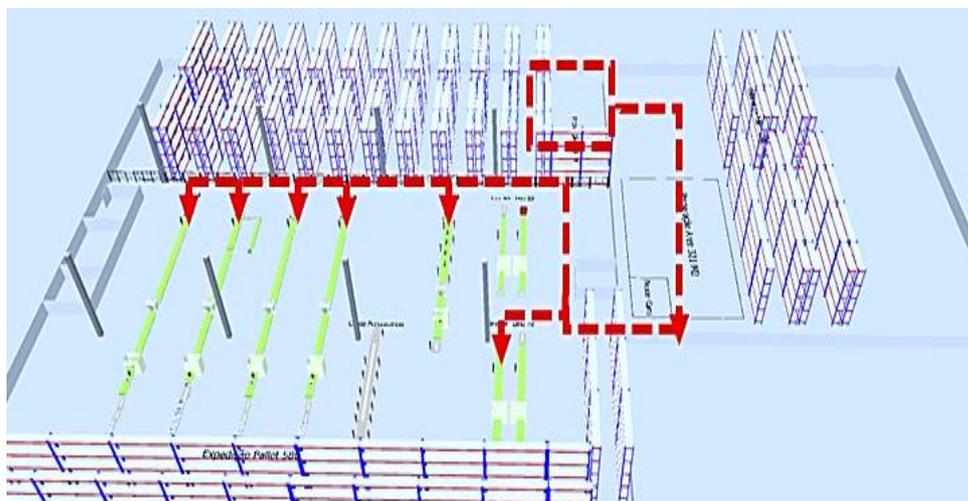


Figura 17. Layout Atual da Madeira.

A Terceira proposta no Layout e a mudança da área de WIP da madeira trazer dentro do stock para frente do stock ao lado da WIP do restante dos itens podendo obter os seguintes benefícios: redução do movimento desnecessário e de tempo devido a necessidade de caminhada de uma longa distancia para entregar a madeira no processo produtivo de 196,7 metros para 54,5 metros para levar a madeira que compõe as caixas acústicas na linha 1. Conforme pode ser visto comparando a figura 17 com a 18.

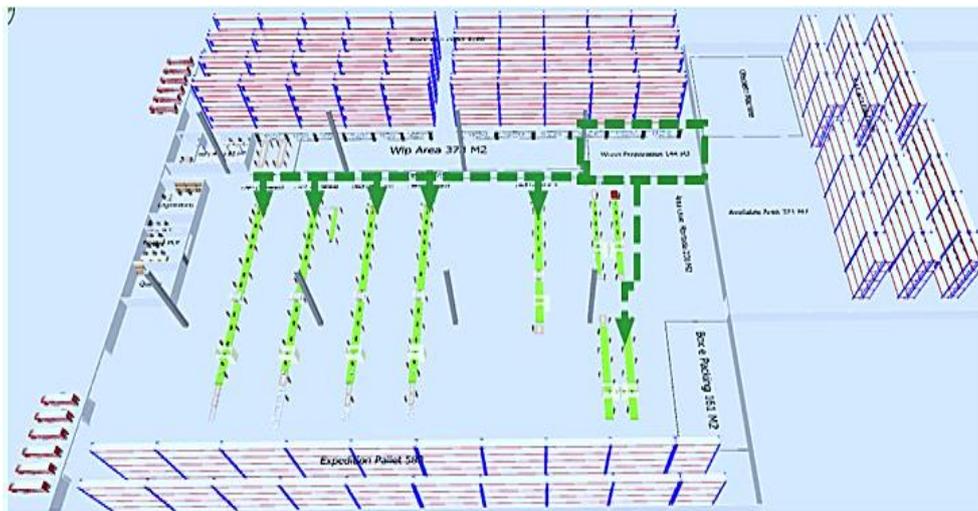


Figura 18. Proposta de Mudança da Área da WIP de Madeira.

4.4. Layout Atual da WIP da Caixa de Embalagem

O quarto problema detectado no Layout e a WIP da caixa de embalagem que esta dentro do stock gerando desperdícios de movimento desnecessário e de tempo devido a necessidade de caminhar uma longa distancia para entrega da caixa de embalagem no processo produtivo de 191,96 metros. Conforme demonstrado na figura 19.

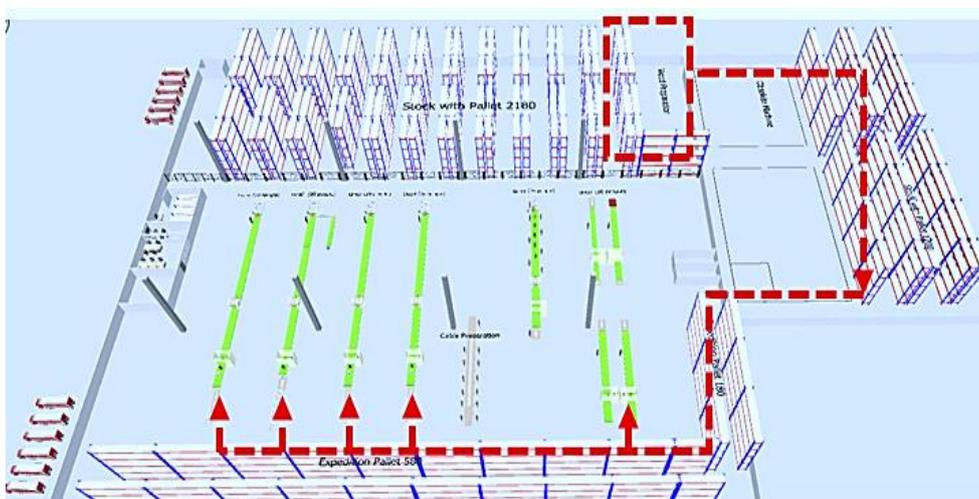


Figura 19. Layout Atual da Caixa de Embalagem.

A quarta proposta no Layout e a mudança da área de WIP da caixa de embalagem trazer dentro do stock para área dentro da área produtiva podendo obter os seguintes benefícios: redução do movimento desnecessário e de tempo devido a necessidade de caminhar uma longa distancia para entrega da caixa de embalagem no processo produtivo de 191,6 metros para 70,1 metros. Conforme poder ser comparado a figura 19 com a figura 20.

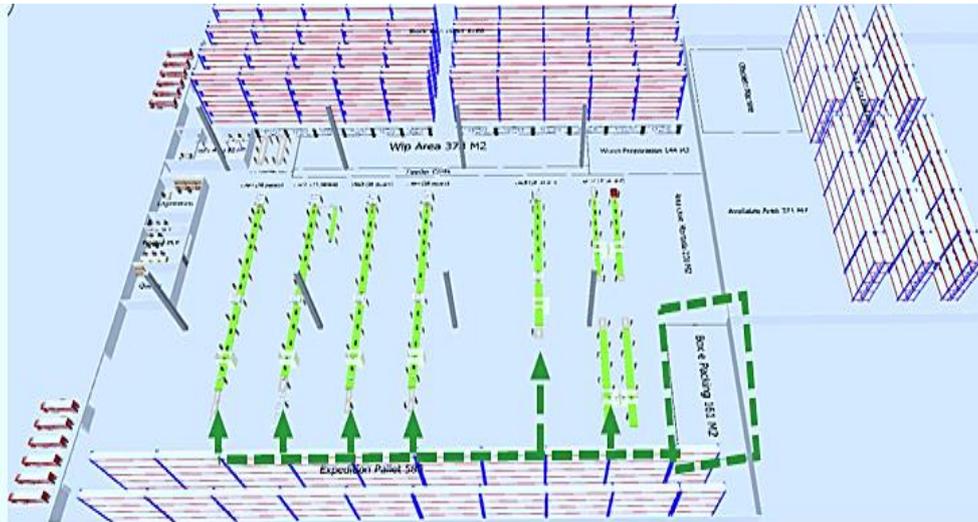


Figura 20. Proposta de Layout da WIP de Caixa de Embalagem.

4.5. Layout Atual do Calço de Embalagem.

O quinto problema detectado no Layout e a WIP do calço embalagem que esta dentro do stock gerando desperdícios de movimento desnecessário e de tempo devido a necessidade de caminhar uma longa distancia para entrega do calço de embalagem no processo produtivo de 139,28 metros. Conforme demonstrado na figura 21.

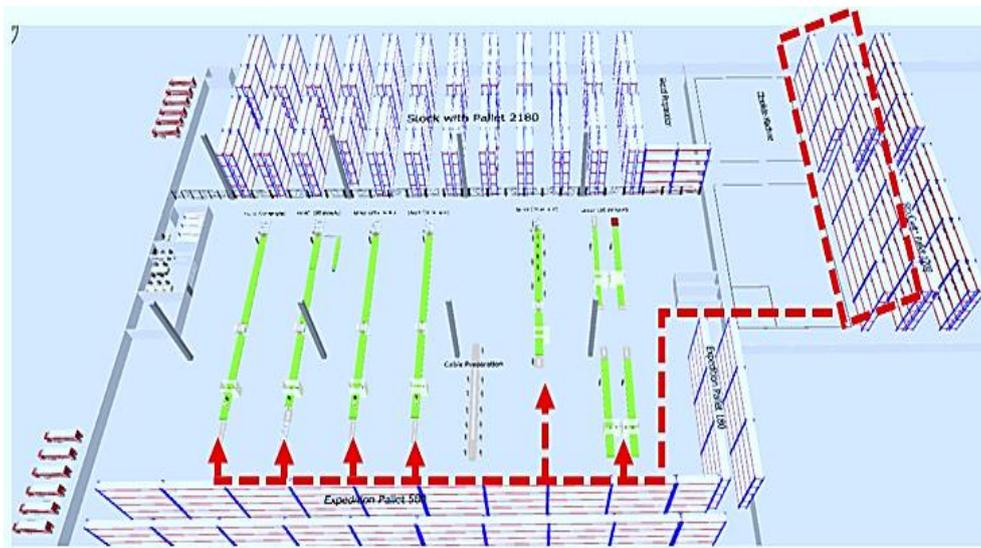


Figura 21. Layout Atual do Calço de Embalagem.

A Quinta proposta no Layout e a mudança da área de WIP do calço de embalagem trazer dentro do stock para área dentro da área produtiva podendo obter os seguintes benefícios: redução do movimento desnecessário e de tempo devido a necessidade de caminhar uma longa distancia para entrega da caixa de embalagem no processo produtivo de 139,28 metros para 70,1 metros. Conforme pode ser visto comparando a figura 20 com a 21. A proposta apresentada e juntar área da WIP de caixa com calço de embalagem.

4.6. Layout de Preparação dos Cabos

O Sexto problema levantando no Layout e a área de preparação dos cabos que está dentro do processo de produção entre as linhas 4 e 6 sendo necessária uma caminhada no processo produtivo de 72,2 metros. Conforme demonstrado na figura 22.

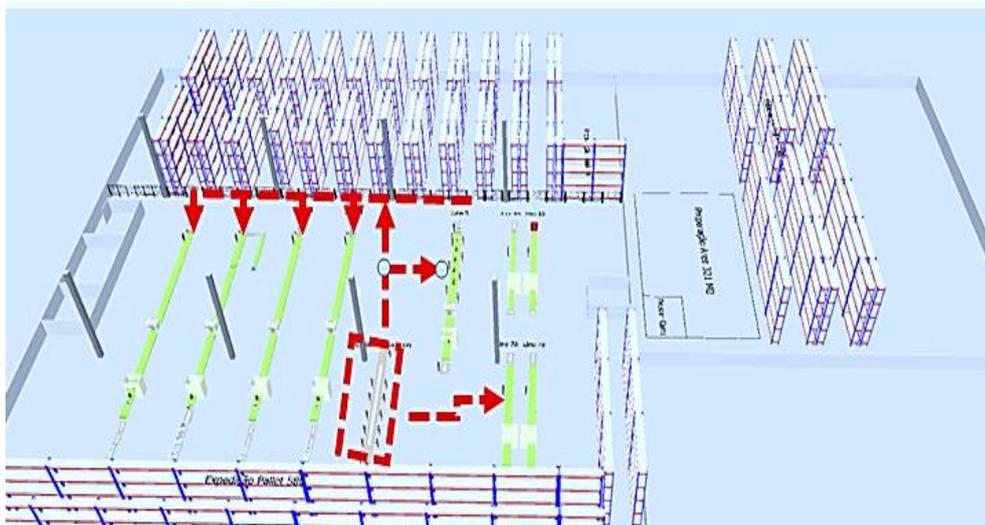


Figura 22. Layout Atual da Preparação de Cabos.

A Sexta proposta no Layout e a mudança da área de preparação dos cabos que está dentro do processo de produção entre as linhas 4 e 6 mover para área de WIP na frente das linhas de produção ao lado da desembalagem e arrumação dos itens nos carrinhos podendo reduzir a distancia caminhada para entrega dos cabos preparados no processo produtivo de 72,2 metros para 15,7 metros. Conforme pode ser visto comparando a figura 22 com a 23.

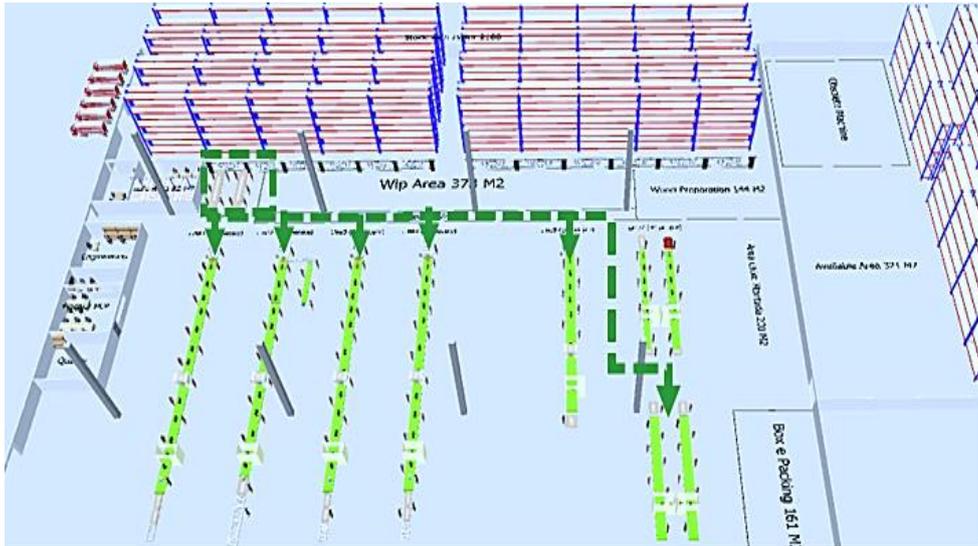


Figura 23. Proposta da Mudança da Preparação de Cabos.

4.7. Layout Atual do Cofre de Materiais

O Sétimo problema levantado no Layout e o cofre dentro da área produção gerando uma distancia de caminhada para entrega dos cabos preparados no processo produtivo no total de 78,6 metros. Conforme demonstrado na figura 24 abaixo.

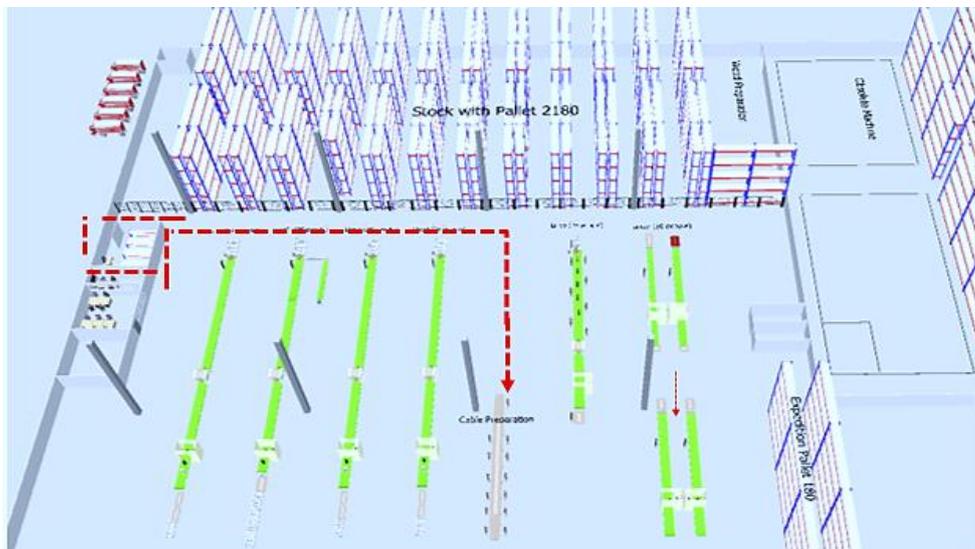


Figura 24. Layout do Cofre de Materiais Atual.

A Sétima proposta no Layout e a mudança do cofre dentro da área produção para dentro da área de matérias próximo área de preparação dos cabos que está dentro do processo de produção entre as linhas 4 e 6 mover para área da WIP na frente das linhas de produção ao lado da desembalagem e arrumação dos itens nos carrinhos podendo reduzir a distancia

caminhada para entrega dos cabos preparados no processo produtivo de 78,6 metros para 10,5 metros. Conforme poder ser visto comparando a figura 24 com 25 abaixo.

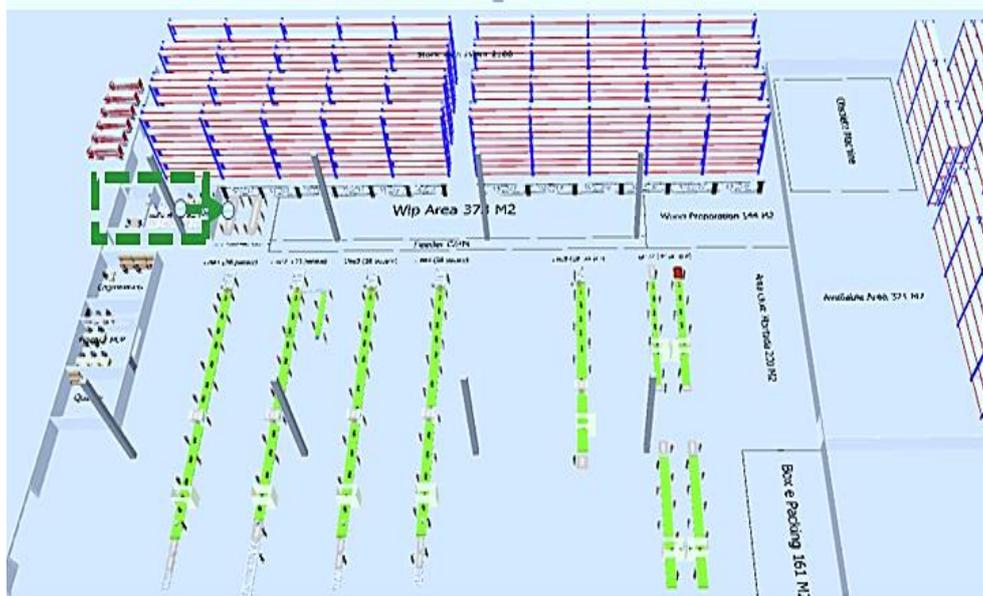


Figura 25. Proposta de Mudança da Área do Cofre.

Conforme os 7 problemas levantados acima. Excesso de ruas para estocagem de materiais dificultando gerenciamento visual e dificuldade para encontrar itens dentro do stock rapidamente. Existe uma grande distancia dentro do fluxo de materiais da empresa de caixas acústicas. Levando a um grande desperdício de tempo com transportes dentro das fases de entrega de todos os itens nas linhas de produção para a montagem das caixas acústicas. Neste processo as linhas são alimentas através de carrinhos que são levados para o processo de produção final pelos operadores gerando varias viagens de ida com carrinhos alimentados com materiais e de volta com carrinhos vazio na entrega da maioria dos itens. Para os itens de madeira, caixa e Packing são utilizados carrinhos para fazer o transporte devido estes materiais virem e palets padrão e podem ser levados direto para linha de produção onde são removidos somente a proteção que é utilizada para o transporte desses materiais da empresa até ao processo fabril das caixas acústicas.

4.8. Desorganização da WIP

A desorganização da área de WIP, Excesso de matérias, falta de identificação dos carrinhos e dos materiais conforme modelos dentro do layout atual. Devido esta desorganização os operadores específicos para desembalar os materiais de uma linha acabavam desembalando de outras linhas e os alimentadores também perdiam tempo procurando os carrinhos com

itens para serem alimentados com itens do modelo e conforme sua linha de responsabilidade para entrega de materiais como pode ser visto na figura 26.



Figura 26. Desorganização da Área de WIP.

4.8.1. Propostas Para Organização da WIP

A primeira proposta apresentada e a implementação de leitor óptico na passagem da área de materiais para WIP conforme mostra a figura 27, o objetivo é gerar os seguintes benefícios: melhor gerenciamento dos materiais que saem do stock e entra na área da WIP; quantidade correta conforme a demanda por linha e evitar retrabalhos de devolução de materiais e para o stock.

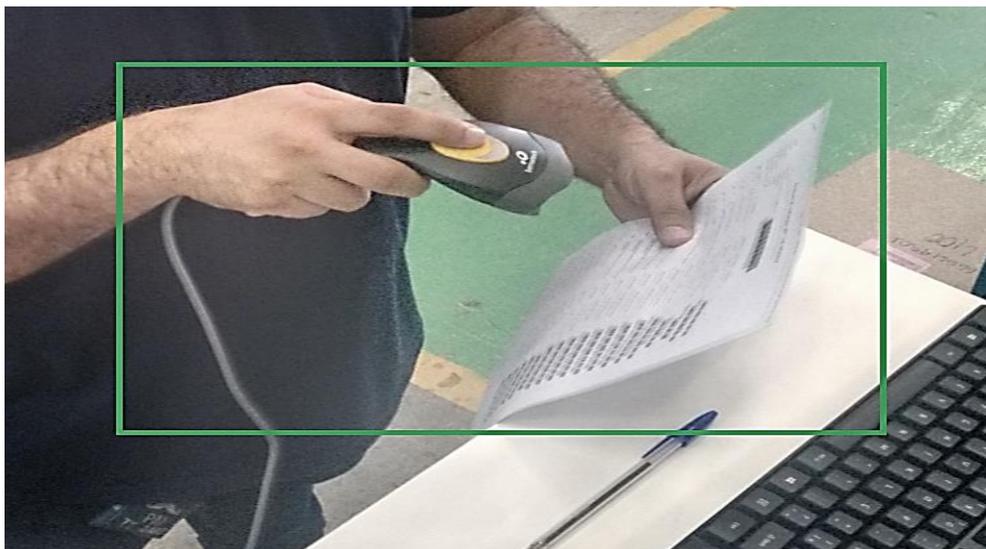


Figura 27. Proposta de Organização da WIP.

4.8.2. Organização dos Carrinhos Por Linha

A segunda proposta apresentada para organização e a Identificação dos carrinhos e divisão da área da WIP dentro do novo layout conforme cada linha de produção, gerando melhor organização, gerenciamento dos materiais a serem desembalados por linhas, redução no tempo para encontrar o material de cada linha. Conforme figura 28.



Figura 28. Organizar Carrinhos por Linha.

4.9. Excesso de Materiais em Stock

Detectado excesso de materiais em estoque, porém, gerava retrabalho desnecessários devido a falta de embalagem para atender a demanda da produção diário na maioria dos casos o stock estava lotado de caixas e packing de modelos que não estavam dentro da programação de produção e faltava embalagens para os modelos que estavam em produção. Conforme a figura 29 pode ser visualizado o excesso de material em stock até fora dos portas-paletes distribuídos pelo chão devido o excesso de material desnecessário.



Figura 29. Excesso de Materiais de Embalagem.

Redução de retrabalhos através da redução de materiais de embalagens desnecessariamente dentro do stock, solicitado somente materiais para atender a demanda de produção através da redução do stock de 10 dias para 3 dias, assim o atendimento de matérias que serão produzidos dentro de 3 dias, melhorando o gerenciamento do stock e sendo possível identificar os problemas antecipadamente como a falta de item para os modelos em processo. Na figura 30 poder ser visto a planilha de controle de demanda de produção em 3 dias fixos e sendo possível agora o controle de materiais para atender os 3 dias fixos de produção.

Purchase Order														Visibility OSP Tomatec									
Org	Part No	Date	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	12-mar	13-mar	14-mar	Total Plan	Produced	Pending	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	12-mar	13-mar	14-mar	terça-feira, 6 de março de 2018			
5	AAK75448002	181					400		500	1081		-1081	-181	-181	-181	-181	-581	-581	-1081	OM7560-AB ABRALLB			
6	TCG36768131	164			978	772			3650	5564	138	-5426	-26	-26	-26	-1004	-1776	-1776	-5426	CJ87-AB ABRALLK			
7	TCG36668031	554							700	1254		-1254	-554	-554	-554	-554	-554	-554	-1254	CJ88-AB ABRALLK			
8	TCG36708031	994							640	1634		-1634	994	994	994	994	994	994	1634	CJ85-AB ABRALLK			
9	TCG36188631	1088				1252	2448	300	4000	9088		-9088	-1088	-1088	-1088	-2340	-4788	-5088	-9088	CM4350-AB ABRALLK			
10	AAK75468502								174	174		-174							-174	OM5560-AB ABRALLB			
11	AAK75268373	434	2300						1300	4034	1	-4033	-433	-2733	-2733	-2733	-2733	-2733	-4033	OM4560-FB ABRALLB			
12	TCG36688831	264							3100	3364		-3364	-264	-264	-264	-264	-264	-264	-3364	CM5660-AB ABRALLB			
13	TCG36628331						1076	2844		3920		-3920						1076	3920	CJ44-AB ABRALLK			
14	TCG36488221	476						400	700	1576		-1576	-476	-476	-476	-476	-476	-876	-1576	CJ98-AB ABRALLK			
15	TCG36468120					198			200	398		-398				198	198	198	398	CM9960-AB ABRALLB			
16	TCG36108731	890								890		-890			-890	-890	-890	-890	-890	LH8625M-FC ABRALLK			
17	TCG36208502	39				10	790			839		-839	-39	-39	-49	-839	-839	-839	-839	LH8625-FB ABRALLK			
18	AGL75913601	276				276	288			564		-564			-276	-564	-564	-564	-564	SJ3 ABRALLK			
19	TCG36648007	348				215				563		-563			-348	-563	-563	-563	-563	SJ3 ABRALLK			
20	AAK75567340	400								400		-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	-400	SJ5 ABRALLK			
21	TCG36608119	396								396		-396	-396	-396	-396	-396	-396	-396	-396	SJ5 ABRALLK			
Total Geral			2421	4073	1686	3062	4913	1776	17808														

Figura 30. Planilha de Demanda de Produção.

4.10. Retrabalhos

Conforme demonstrado no WID os retrabalhos são causados pela falta de embalagem vão-vêm devido ao aumento na demanda de produção de alguns modelos com esse modelo de embalagem, onde não foram solicitados estudos nem a compra das embalagens para atender a demanda atual causando vários transtornos com vários produtos em pallets espalhados pela fabrica e havendo sinistro da mistura de produtos com defeitos juntos aos produtos acabados enviados para o cliente. Os produtos eram produzidos e alocados dentro do packing mais eram segregados separadamente e aguardavam em algum momento serem colocados dentro da embalagem e fechados. Gerando movimentos desnecessários e uso incorreto da mão de obra com retrabalhos. Devido aos problemas levantados nos item 4.9 e 4.10 geram a necessidade de retirar colaboradores das linhas em produção em andamento para a realização dos retrabalhos de imediato quando a necessidade de entrega dos produtos para atender a

demanda do cliente. Na figura 31 pode ser visto produtos aguardando embalagem para serem enviados a stock e futuramente envio ao cliente.



Figura 31. Produtos Aguardando Retrabalhos.

Foi proposto aplicação do estudo da demanda atual conforme figura 32 abaixo. É levantado a probabilidade da compra de pallets vai vem onde foi analisado os custos da compra do pallet importado e buscamos desenvolver um fornecedor local com menor custo onde tivemos êxito, assim, conseguimos aprovar a compra dos pallets local com benefícios da eliminação de retrabalhos é redução nos custo na aquisição de novos paletes.

Sales Model	Model	Categ. 2	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
OM5560	OM5560.ABRALLK	Assemble	827	604	663	845	260	-	-	-	-	-	-	-	3.199
OK55	New Model	Assemble	-	-	-	-	-	1.554	1.417	1.084	1.195	1.417	1.193	1.050	8.909
OM7560	OM7560.ABRALLK	Assemble	2.325	1.925	2.125	2.625	750	-	-	-	-	-	-	-	9.750
OK75	New Model	Assemble	-	-	-	-	-	4.415	4.315	2.922	2.997	4.116	2.942	2.400	24.107
PSI Total			3.152	2.529	2.788	3.470	1.010	5.970	5.732	4.006	4.192	5.532	4.134	3.450	45.965
Produção	Plano Mensal "4 semanas"		788	632	697	868	253	1.492	1.433	1.002	1.048	1.383	1.034	863	
	Plano Mensal "2 dias"		394	316	349	434	126	746	716	501	524	692	517	431	
Calços atuais 183 pcs	Capacidade de Produção		488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	488	
	Plano Mensal "4 semanas" x Capacidade de Produção		-300	-144	-209	-380	236	-1.004	-945	-514	-560	-895	-546	-375	
	Plano Mensal "2 dias" x Capacidade de Produção		94	172	140	54	362	-258	-228	-13	-36	-204	-29	57	
Calços aquisição 250 pcs	Capacidade de Produção		488	488	488	488	488	1.154	1.154	1.154	1.154	1.154	1.154	1.154	
	Plano Mensal "2 dias" x Capacidade de Produção		94	172	140	54	362	408	438	653	630	462	637	723	

Figura 32. Estudo da Demanda de Produção.

4.11. Alimentação Manual do Gabinete de Madeira e Aplicação de Cola.

Operador tem que fazer vários movimentos desnecessários e esforço físico para retirar madeira do pallet e colocar no processo e fazer aplicação de cola manualmente gerando gargalo no início de processo produtivo. Este posto é crítico devido este trabalho ser realizado diariamente por um operador podendo gerar problemas ergonômicos ao operador. Conforme a figura 33, pode ser visto o esforço do operador nesta atividade.



Figura 33. Condição Atual do Posto de Alimentação e Aplicação de Cola da Madeira.

Proposta de automatização do processo de alimentação da madeira na linha produção e aplicação de cola através da aplicação de um transferidor para retirar a madeira do pallet e levar até a linha de produção e aplicar um sistema aplicação de cola nas faces horizontais e vertical da madeira conforme figura 34. Podendo gerar benefícios futuros da redução de operador por linha totalizando a redução de 6 operadores.



Figura 34. Proposta de Automatização do Posto de Alimentação e Aplicação de Cola na Madeira.

4.12. Aplicação de Cola Manual no Baffle

Aplicação de Cola manualmente nos furos de uma peça chamada de baffle onde e montado painel frontal do produto dependendo do tamanho dos modelos varia a quantidade de furos conforme figura 35. Gerando a necessidade de aplicação de um operador para realização desta atividade.



Figura 35. Aplicação de Cola Manualmente.

Proposta de automatização na aplicação de cola nos furos do baffle, padronização da aplicação de cola como mostra a figura 36, pontos de aplicação ajustáveis para ser configurado a todos os modelos da linha de produção conforme figura 36, sendo que para cada linha produz modelos específicos e que possuem as mesmas características e redução de operador por linha podendo gerar a redução de até 6 operadores.



Figura 36. Automatização de Aplicação de Cola no Baffle.

4.13. Processo de Aplicação da Vedação Manual

Aplicação da fita de vedação manualmente sendo necessários 2 operadores para aplicar a fitas de vedação nas duas faces sendo 2 horizontais e 2 verticais, uso do material tipo folha conforme figura 37.



Figura 37. Processo Manual da Aplicação de Vedação.

Automatização da aplicação das 4 fitas de vedação aplicadas nas faces horizontais e verticais, substituindo 2 dois operadores por uma máquina de aplicadora de fita de vedação automática, sendo necessária a mudança do material de cartela para rolo. Conforme figura 38.

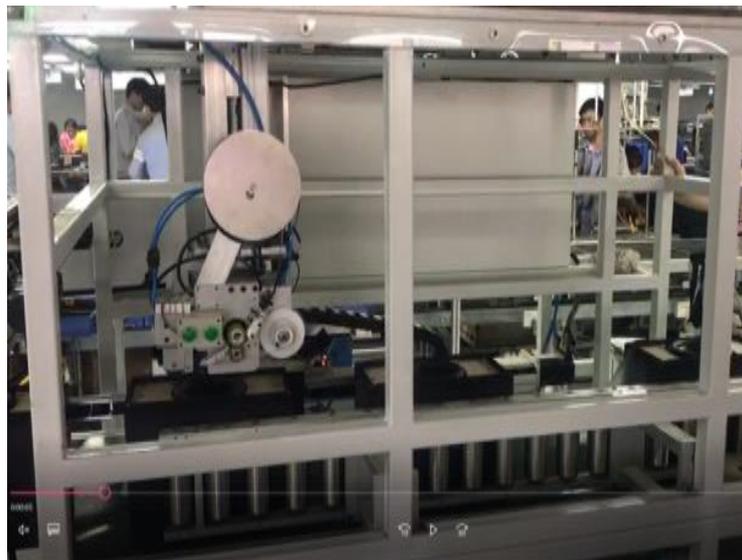


Figura 38. Proposta de Aplicação Automática da Aplicação de Vedação.

4.14. Processo de Fechamento das Caixas Acústicas Manual

Conforme a figura 39 abaixo o fechamento entre painel frontal e caixa acústica sendo necessário varias batidas ao redor do painel sem controle da força aplicada para fechamento da caixa e a possibilidade da geração de GAP devido o fechamento não uniforme.



Figura 39. Fechamento Manual.

Automatização do processo de fechamento entre painel e caixa, sendo aplicada uma prensa com base reguladora para ajusta conforme cada modelo e eliminando o processo de batidas, reduzindo movimentos e aplicação da mão de obra. Conforme visto na figura 40.



Figura 40. Automatização do Fechamento.

4.15. Etiquetas Sendo Dispensadas Manualmente.

Operador aplicando movimentos desnecessários e aumentado tempo de trabalho devido a retirada da etiqueta manualmente e aplicação de cola para resolver o problema de adesividade da etiqueta. Conforme figura 41.



Figura 41. Dispensão da Etiqueta Manualmente.

Aplicação de uma maquina dispensadora de etiqueta automática e mudança na matéria prima da etiqueta solicitado o desenvolvimento de novas etiquetas com melhor aderência para eliminação de retrabalho da aplicação de cola conforme figura 42 abaixo. Tendo como bjetivo reduzir o tempo de operação.

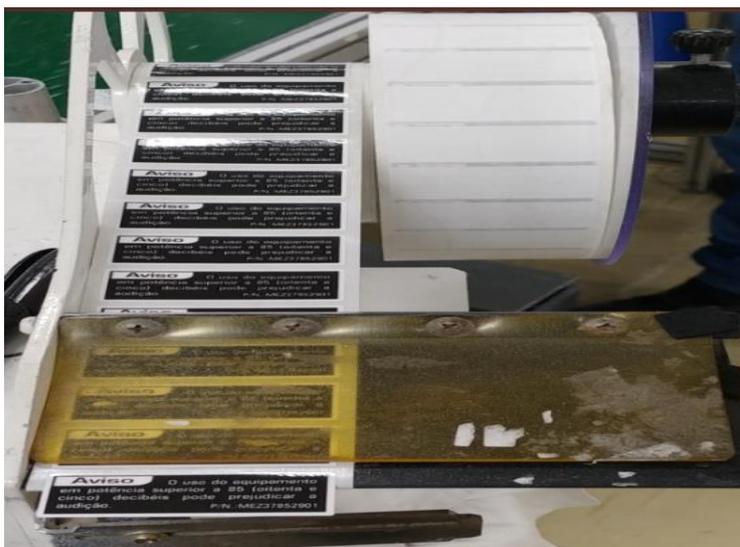


Figura 42. Aplicação de Máquina de Dispensadora.

4.16. Processo de Levantamento Manual para Aplicação do Bag de Proteção

Operador necessita virar o aparelho para colocar o saco de proteção e vira novamente a caixa acústica após colocar o saco de proteção conforme a figura 43. Podendo gerar o operador obter uma doença ocupacional devido o esforço desnecessário.



Figura 43. Aplicação do Bag.

Aplicar um lift para levantamento da caixa acústica conforme figura 44, com objetivo de eliminar o esforço desnecessário do girar o produto duas vezes e reduzir a probabilidade do operador ter uma doença ocupacional.



Figura 44. Aplicação de Lift Para Levantamento do Produto.

4.17. Processo de Embalagem Packing

Operador colocar packing sobre a mesa e coloca caixa acústica dentro do *packing* e depois empurra manualmente para o próximo posto conforme figura 45 abaixo.



Figura 45. Aplicação do *Packing*.

Proposta de melhoria para este caso e junta os postos de aplicação do saco de proteção com posto da colocação do *packing* removendo a mesa do processo e com aplicação da melhoria acima no item 16 o posto de colocação de *packing* sera eliminado. Com o levantamento da caixa acústica com *lift* operador que colocava somente a manta poderá agregar na sua atividade a montagem do *packing*. Assim haverá a possibilidade da redução de um operador por linha podendo totalizar no final 6 operadores.

4.18. Aplicação da Fita de Arqueamento Manual.

Proposta de remover fita de arqueamento devido aplicação desnecessária a fita de arqueamento foi aplicada no passado devido as caixas acusticas serem enviadas organizadas em paletes para serem colocadas no processo do cliente, porém, após uma melhoria solicitada pelo o cliente a caixa de embalagem e enviada para a empresa colocar as caixas acusticas dentro da caixa sendo colocado atualmente somente o produto final gerando trabalho manual, desperdícios com custos de fitas, manutenção e compra do equipamento, mão de obra e acréscimo de um posto dentro do processo que não agrega valor a produto e ao produto. Conforme figura 46.



Figura 46. Aplicação da Fita de Arqueamento.

Foi analisada uma máquina para aplicação automática da fita de arqueamento, porém após análise foi identificado que a fita foi aplicado devido a necessidade das acústicas ficarem organizadas em cima do pallet e eram transportadas até o cliente no processo antigo as caixas acústicas eram colocadas dentro das caixas no cliente, no modelo atual as caixas saem da empresa dentro da caixa de papelão e o cliente coloca somente o produto final, foi estudado o envio das caixas acústicas dentro da caixa sem fita de arqueamento após concluído o estudo foi aprovado o envio das caixas sem fita de arqueamento. Benefícios: eliminação do uso da fita, máquina e mão de obra uma pessoa por linha totalizando 6 pessoas conforme figura 47.



Figura 47. Proposta de Eliminação da Fita de Arqueamento.

4.19. Processo de Fechamento da Caixa de Embalagem Manual.

Devido não ter máquina 3M para o fechamento das caixas de embalagens com as caixas acústicas está gerando a necessidade de colocar os produtos em cima de um carrinho movimentar até final da linha, pegar a fita 3M passar manualmente para fechar as caixas e utilizar um gabarito para deixar o tamanho da fita de fechamento dentro do padrão especificado pelo cliente. Pode ser visto na figura 48.

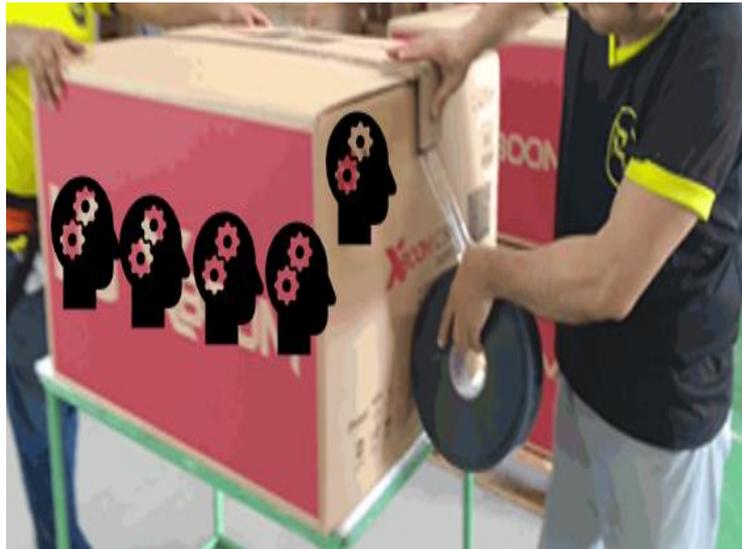


Figura 48. Aplicação da Fita.

Aplicação de máquina 3M conforme figura 49, para fechamento das embalagens das caixas acústicas automaticamente eliminando esforço, movimento desnecessário, jig de controle de tamanho da fita e redução de um operador por linha podendo totalizar 6 operadores.



Figura 49. Proposta de Aplicação de Máquina 3M.

5. IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES PARA MELHORIAS

Nesta fase da dissertação será apresentada as propostas de melhorias estudadas, apresentadas e aprovadas tanto pelos gestores da empresa e do cliente. Essas melhorias visam reduzir os desperdícios dentro do processo e aplicar novos equipamentos que possam reduzir o custo com mão de obra e reduzir o tempo de algumas atividades e alcançar a meta do aumento da produtividade em 20%. A figura 50 mostra o cronograma de atividades com as datas de planejamento e execução.

Atividades	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	Responsável
Mudança do Layout	Cotação	Execução	Concluído											Fornecedor
Redução Tempo Materiais em Estoque	Início do Gerenciamento		Concluído											Cliente
Aquisição de Embalagem Vai e Veem	Cotação	Aprovação e Execução	Concluído											Cliente
Transferidor e Aplicador de Cola	Cotação						Aguardando Aprovação					Previsão de Conclusão		Cliente
Aplicador de Cola do Baffle														Cliente
Aplicador da Vedação	Cotação		Aguardando Aprovação			Nova Cotação	Aprovado	Em Execução		Previsão de Conclusão				Cliente
Aplicador de Prensa	Cotação	Aprovação e Execução	Concluído 1	Concluído 2		Concluído 3	Concluído 4	Concluído 5	Concluído 6					Cliente
Remoção da Fita de Arqueamento	Início da Avaliação	Avaliação	Processo de Fornecedor e Cliente			Concluído								Cliente
Máquina de Fita 3M.	Solicitação	Aprovação e Execução	Concluído											Cliente

Figura 50. Cronograma de atividades.

5.1. Evidências das Melhorias Implementadas

Conforme os estudos foram aplicados o novo layout reduzindo as ruas de portas pallets antes com 13 ruas agora com 4 quatro ruas, conforme apresentamos conseguimos gerar uma área em frente a área de produção de 682m² possibilitando a oportunidade da aplicação de 4 melhorias das 7 propostas durante o desenvolvimento da mudança os gestores da empresa resolveram não aplicar todas mudanças propostas. Foi dado início ao processo de cotação em agosto de 2018 e aplicado a mudança do layout no mês de outubro de 2018. Essa implantação

foi realizada pela empresa e não tivemos acesso ao valor do investimento aplicado. Nós fizemos o acompanhamento do início das atividades de implantação da mudança do layout acompanhadas pelo autor desta dissertação e o colega de trabalho que desenvolveu junto comigo essa atividade conforme demonstrado na figura 51.



Figura 51. Início da Mudança dos Portas Pellets.

5.1.1 Evidências da Mudança de 13 para 4 Ruas de Porta Palletes

Conforme apresentado aos gestores durante o análise do layout área nova na frente da produção criada após a mudança, foi possível comportar toda área da WIP de partes importadas que compõem a caixa Acústica onde foi possível juntar com WIP da madeira e trazer área do cofre para dentro do stock e transferir área de engenharia para dentro antigo cofre deixando mais próximo dos outros departamentos e obter melhor gerenciamento visual e organização da área da WIP.

5.1.2. Mudança do Layout da Área da WIP

Após a mudança do layout da área de materiais mais foi possível aplicar a segunda melhoria a transferência da WIP que antes ficava distante das linhas produção para a frente das linhas de produção diminuindo o trajeto de caminhada e redução de mão de obra conforme pode ser visto na figura 52.



Figura 52 - Mudança do Layout da WIP.

5.1.3. Mudança da Área da WIP de madeira

Com aprovação da Gestão da empresa e com a mudança de layout da área de matérias além da mudança da área da WIP foi possível aplicar a mudança da WIP de madeira e melhorar o fluxo do envio de madeira até o processo produtivo conforme pode ser observado na figura 53.



Figura 53. Mudança da Área da WIP de Madeira.

5.1.4. Mudança da Área do Cofre

Área do cofre saiu de dentro da produção e foi para dentro da área de materiais gerando a oportunidade da engenharia de processo ser deslocada para antiga área do cofre e ficar junto aos outros departamentos de apoio a produção conforme figura 54.



Figura 54. Mudança do Cofre.

5.1.5. Organização da WIP

Em paralelo foi possível organização da área de WIP, foi aplicado um controle com leitor ótico dentro da área para controlar os materiais que entram na área da WIP conforme a necessidade de itens para atender a demanda de um produto evitando desperdícios e excesso de matérias conforme evidencias na figura 55.



Figura 55. Aplicação de Leitor Ótico.

Identificação dos carrinhos e divisão da área da WIP dentro do novo layout conforme cada linha de produção, gerando melhor organização, gerenciamento dos materiais a serem desembalados por linhas, redução no tempo para encontrar o material de cada linha conforme figura 56.



Figura 56. Controle de Área da WIP.

5.2. Aplicação da Redução de Retrabalhos

Redução de retrabalhos por meio da redução de materiais de embalagens desnecessariamente dentro do stock, solicitado somente materiais para atender a demanda de produção através da redução do stock de 10 dias para 3 dias para atendimento e matérias que serão produzidos dentro de 3 dias, melhorando o gerenciamento do stock e sendo possível identificar os problemas antecipadamente com a falta de item para os modelos em processo. Caso o problema era ocasionado pela falta de embalagem vai-vêm devido ao aumento na demanda de produção de alguns modelos com esse modelo de embalagem, onde não foram solicitados estudos nem a compra das embalagens para atender a demanda atual causando vários transtornos com vários produtos em pallets espalhados pela fabrica e havendo sinistro da mistura de produtos com defeitos juntos ao produtos acabados enviados para o cliente conforme figura 57.

Purchase Order		Visibility OSP Tomatec																						
Date														35.739	139	-35.600	ter	qua	qui	sex	seg	ter	qua	terça-feira, 6 de março de 2018
Org	Part No	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	12-mar	13-mar	14-mar	Total Plan	Produced	Pending	6-mar	7-mar	8-mar	9-mar	12-mar	13-mar	14-mar	Model					
5	NW4 AAX75448002	181				400		500	1081		-1081	-181	-181	-181	-181	-501	-501	-1081	OM7560-AB ABRALLB					
6	TCG36768131	164		978	772		3650	5564	138	-5426	-26	-26	-26	-1004	-1776	-1776	-5426		CJ87-AB ABRALLK					
7	TCG36668031	554					700	1254		-1254	-554	-554	-554	-554	-554	-554	-1254		CJ88-AB ABRALLK					
8	TCG36708031		994				640	1634		-1634		994	-994	-994	-994	-994	-1634		CJ65-AB ABRALLK					
9	TCG36188631	1088		1252	2448	300	4000	9088		-9088	-1088	-1088	-1088	-2340	-4788	-5088	9088		CM4350-AB ABRALLK					
10	AAX75468502						174	174		-174							-174		OM5560-AB ABRALLB					
11	AAX75268373	434	2300				1300	4034	1	-4033	-433	-2733	-2733	-2733	-2733	-2733	-4033		OM4560-FB ABRALLB					
12	TCG36588831		264				3100	3364		-3364		-264	-264	-264	-264	-264	-3364		CM5680-AB ABRALLB					
13	TCG36628331					1076	2844	3920		-3920							-1076	-3920	CJ44-AB ABRALLK					
14	TCG36488221		476			400	700	1576		-1576		-476	-476	-476	-476	-876	-1576		CJ98-AB ABRALLK					
15	TCG36468120			198			200	398		-398				-198	-198	-198	-398		CM8980-AB ABRALLB					
16	NWS TCG36108731		890					890		-890			-890	-890	-890	-890	-890		LHB25M-FC ABRALLK					
17	TCG36208502		39	10	790			839		-839		-39	-39	-49	-839	-839	-839		LHD325-FB ABRALLK					
18	NWU AGL75913601			276	288			564		-564					-276	-564	-564		SJ3 ABRALLK					
19	TCG36648007			348	215			563		-563					-348	-563	-563		SJ3 ABRALLK					
20	AAX75567940		400					400		-400					-400	-400	-400		SJ5 ABRALLK					
21	TCG36681119		396					396		-396					-396	-396	-396		SJ6 ABRALLK					
22	Total Geral	2421	4073	1686	3062	4813	1776	17808																

Figura 57. Controle de Demanda.

5.3. Aquisição de Embalagem Retornável

Após o levantamento da necessidade retrabalho constantemente devido à falta de embalagens retornáveis foi feito a cotação no valor de R\$ 31.442,50 sendo aprovada a aquisição de mais 250 pares de embalagem vai e veem para atender a demanda atual e futura inclusive dos novos modelos assim eliminado movimento desnecessários e uso incorreto da mão de obra com retrabalhos. O segundo ponto importante foi desenvolver uma empresa local para fornecer e mudar a estrutura das embalagens vai e veem onde foi reduzido os custos dessa aquisição em R\$85.663,12. Conforme evidencia na figura 58, foi adquirido novo palet retornavel em uma empresa local.



Figura 58. Aquisição de Novos Palets Retornáveis.

5.4. Automação da Madeira e Aplicação de Cola

O presidente da empresa autorizou a realização e aplicação dos 3 equipamentos novos para testes em uma linha de produção, no entanto, esse projeto está em processo de aprovação devido ao alto investimento a ser aplicado na máquina de aplicação de cola e o transferidor da madeira do pallet para a linha de produção.



Figura 59. Automação no Processo de Aplicação de Cola.

A manutenção da empresa conseguiu realizar alguns ajustes e corrigir as máquinas de aplicação de cola antigas onde foi possível aplicar cola automaticamente nas faces verticais e horizontais conforme evidência na figura 59, a cima porém não foi possível na quele momento reduzir o operador mais o ganho foi perceptível no tempo final de trabalho do posto.

5.5. Automação no Processo de Fechamento da Caixa Acústica

Conforme melhoria proposta nas outras fases conseguimos êxito na automação do processo de fechamento entre painel e caixa acústica, onde a prensa com base reguladora conseguiu substituir totalmente o operador e reduzir o tempo de operação do posto conforme evidencia na figura 62.



Figura 60. Máquina de Fechamento Automático.

5.6. Eliminação da Fita de Arqueamento

Após a conclusão do estudo e aprovação em todas as fases removemos a aplicação da fita de arqueamento em todos os modelos, conforme evidencia na figura 61, o cliente está colocando o produto acabado sem nenhum impacto ou problema, onde se pode mostrar a eficiência da educação de mão de obra, equipamento, manutenção e eliminar os custos com a fita de arqueamento.



Figura 601. Montagem do Produto no Cliente.

5.9. Máquina 3M para Fechamento

Após a solicitação para a empresa 3M foi aplicado a melhoria em 5 linhas de produção da empresa de caixas acústicas e também demonstrado a eficiência e eficácia de mais uma melhoria proposta tanto na redução de mão de obra e no tempo de execução do posto devido

a eliminação do esforço, movimento desnecessário, (*jig*), de controle de tamanho da fita e redução do número de operadores conforme evidência na figura 64.



Figura 61. Instalação da Máquina 3M linha 1.

6. ANÁLISE DO RESULTADOS

Nesta fase da dissertação estão os resultados após as implementações das propostas de melhorias e também as que não foram aplicadas devido a resseção em que o Brasil veem passando desde 2015, somente após o inicio deste trabalho no ano de 2018 se ganhou uma ampla expectativa para 2019 de aplicar todas as melhorias, mais desde janeiro de 2019 a produção de Mídia teve uma grande redução de demanda e isso impactou diretamente nos investimento para automação de alguns postos de trabalho no processo da empresa, assim não foi possível aplicar todas a melhorias durante esta dissertação, contudo as melhorias aplicadas foram de suma importância para a empresa fornecedora e a empresa contratante.

6.1. Avaliação das Oportunidades de Melhorias em Termos de Custos Versus Benefícios ou Dificuldades Versus Ganhos.

Nesta fase foram analisadas as propostas de melhorias com objetivo de verificar quais os custos de implantação versus os benefícios e assim diminuir os desperdícios dentro do processo produtivo de caixas acústicas e alcançar a meta da produtividade em 20% solucionando os desperdícios encontrados na fase acima com apoio da empresa.

Em Seguida foram apresentação dos Estudos do Layout e do Processo e as Propostas de Melhorias para os Desperdícios Encontrados. Nesta fase primeiramente foi apresentando os desperdícios e propostas encontrados para os gerentes e o diretor financeiro da empresa de caixas acústicas, onde o diretor financeiro e o representante direto do dono da fabrica conforme figura 65.



Figura 62 - Apresentação das Propostas.

Foram discutidas nessa reunião a possibilidade e a aprovação do investimento para mudança do layout e compras de jig e equipamentos para automatização do processo para gerar a oportunidade de ganho de tempo, mão-de-obra e redução de custos.

6.2. Custos Versus Benefícios com a Implantação do Novo Layout

Os custos para mudança do layout ficaram na responsabilidade dos gestores da empresa que após apresentação viram uma grande oportunidade de melhorias para melhorar o fluxo de matérias da fábrica deles, porém não tivemos acesso ao orçamento a ser aplicado nessa melhoria. Os benefícios apresentados com possibilidade da mudança de layout foram os seguintes: Reduzir a distância a ser percorrida pelos alimentadores das linhas em 60% e com isso reduzir o tempo de entrega dos materiais no processo produtivo em 63,59% e principalmente reduzir a quantidade de alimentadores de 14 para 7, com mudança na disposição dos porta pallet's foi possível ganhar uma área de 373M² em frente área produtiva das linhas produção, possibilitando melhor gerenciamento devido a área estar visível aos gestores, controle de materiais e redução de sinistro durante o trajeto como queda de materiais e geração de scraps.

6.3. Redução do Tempo de Material em Stock de 10 para 3 dias.

Para esta atividade não foi necessário a aplicação de recursos, porém gerou alguns benefícios como a redução da área de stock, melhor gerenciamento dos materiais, redução de paradas de linhas, rápida detecção do material em stock

6.4. Redução de Retrabalho

Neste caso foi aplicado um capital de investimento pelo cliente de R\$31.442,50 na aquisição de mais 250 pallets retornáveis após aplicação do estudo da demanda atual de produção. Assim foi balanceada a capacidade de entrega com a demanda atual de entrega pela empresa para eliminar os retrabalhos antes gerados pela falta de palets retornáveis.

6.5. Análise da aplicação do Transferidor e Aplicação de cola Automática

Solicitamos alguns orçamentos e recebemos propostas entre R\$146.840,00 e 587.360,00 não foi fornecido o salário de um operador fizemos uma estimativa do salário + impostos em aproximadamente R\$2.500,00 o retorno de investimento e de 5 anos sendo o tempo do

retorno de investimento da fabrica e de 2,5 anos o efeito no processo será a redução de um operador e tempo da execução da atividade de 15 para 8 segundos.

6.6. Análise da Aplicação de Cola Automática no Baffle

Foram feitas solicitações de alguns orçamentos mais o retorno só veio com uma proposta de R\$56.000,00 como no caso anterior não se teve acesso ao salário real de um operador e, se trabalha com uma estimativa de salário + impostos de R\$2.500,00 neste caso o tempo de retorno de investimento e de 1 ano e 11 meses atendendo o tempo estipulado pela fábrica e redução no tempo da atividade de 17 para 7 segundos.

6.7. Análise da Aplicação da Vedação Automaticamente

Também foi feita a solicitação de mais um orçamento para mais este equipamento e recebida uma proposta de R\$66.000,00, apartir daí foi trabalhado novamente uma estimativa de salários + impostos de R\$2.500,00 de um operador, porém neste caso esse equipamento pode substituir 2 operadores, sendo assim o tempo do retorno de investimento é de, (1 ano e 2 meses).

6.8. Análise do Fechamento Automático das Caixas Acústicas

Para este equipamento foi recebido um orçamento de R\$ 36.680,00 onde novamente foi trabalhado a estimativa de salários + impostos de R\$2.500,00 de um operador, neste caso o tempo de retorno de investimento é de (1 ano e 3 meses), e redução no tempo da atividade de 16 para 4,5 segundos.

6.9. Análise da Dispensadora de Etiquetas.

A empresa ficou responsável em adquirir essa maquina dispensadora onde solicitou alguns orçamentos com valores entre R\$1.700,00 e R\$2.450,00, está melhoria pode gerar a redução do tempo de execução de 10 para 4 segundos.

6.10. Análise da Aplicação do Levantador

Nessa questão foi solicitado um orçamento, mas a proposta recebida foi R\$82.500,00 para análise de investimento nesse ponto também foi utilizado a estimativa de salário + impostos

de R\$2.500,00 para um operador, nesta avaliação o retorno de investimento seria de (2 anos e 8 meses), fora do prazo definido pela fábrica para retorno de investimento.

6.11. Análise da Remoção da Fita de Arqueamento

Para aplicação desta melhoria não precisa aplicação de investimento possibilitando benefícios de impacto a eliminação do posto de arqueamento, um operador por linha, totalizando 5 operadores e 5 equipamentos, manutenção e a fita de arqueamento. Toda essa atividade foi idealizada e pelo projeto do cliente, nesse caso, não se teve acesso a redução financeira para fornecedor.

6.12. Análise da Aplicação da Máquina 3M

Para aquisição da máquina 3M não necessita investimento de capital direto, porém a máquina fornecida em cima da quantidade de rolos consumidas por mês, apesar da quantidade media de consumo foi aberta uma negociação e conseguiu a aprovação pela empresa da máquina 3M, que disponibilizou 5 máquinas, possibilitando a redução de 1 operador por linha, tempo de execução da atividade de 47 para 15 segundos e eliminação da reclamação do cliente da fita está sobre o logo.

A tabela mostra 8 mostra os investimentos aplicados é o tempo de retorno para cada investimento.

Tabela 8 - Descrição dos Resultados Quanto a Estimativa de Ganho.

Descrição do Resultado				
Itens	Melhorias	Investimento	Tempo de Retorno	Estimativa de Ganho Total Anual
Stock de 10 para 3 dias	Não foi necessário a aplicação de recursos			
Redução de Retrabalho	Aquisição de mais 250 pallets	R\$31.442,50	-	-
Aplicação de cola Automática	Aplicação do Transferidor e Aplicação de cola Automática	R\$146.840,00	5 anos	R\$62,884,00
Cola Automática no Baffle	Aplicação de Cola Automática no Baffle	R\$56.000,00	1 ano e 11 meses	R\$38,000,00
Aplicação da Vedação Automaticamente	Aplicação da Vedação Automaticamente	R\$66.000,00	1 ano e 2 meses	R\$60,000,00
Fechamento Automático das Caixas Acústicas	Fechamento Automático das Caixas Acústicas	R\$36.680,00	1 ano e 3 meses	R\$60,000,00
Dispensadora de Etiquetas	Dispensadora de Etiquetas	R\$1.700,00	-	-
Aplicação do Levantador	Aplicação do Levantador	R\$82.500,00	2 anos e 8 meses	R\$65,000,00
Remoção da Fita de Arqueamento	Não precisa aplicação de investimento			
Aplicação da Máquina 3M	Não precisa aplicação de investimento			
Total de investimento com o novo Layout				
Novo Layout	Reduzir a distância e a quantidade de alimentadores	Não Divulgado valor	-	-

6.13. Benefícios Comprovados com Alteração do Layout

Com alteração das portas pallets os vários desperdícios como ocupação de espaços desnecessários, foram reduzidos como se pode ver na tabela 9.

Tabela 9 - Resultado da Mudança das Portas Pallets.

Área de Ocupação porta Pallets	Antes	Depois	Resultado (%)
Quantidade de Ruas (Quantidade)	13	4	69,20%
Área Ocupada (Metro quadrado)	2063M ²	1598M ²	22,54%
Stock~WIP (Metro)	Antes	Depois	Resultado
Linha 1,2,3,4,5,6	60,7	34,7	43%
Resultado Médio			43%

O Ganho de espaço com essa melhoria foi muito impactante na área produtiva da empresa fornecedora teve uma redução de 22,54% de uma área antes improdutiva, onde se tornou a nova área da WIP bem próximas às linhas de produção de itens diversos e madeira nas tabelas abaixo podem ver a redução da distancia percorrida pelos alimentadores após a mudança de layout. Na tabela é mostrado a redução da distancia percorrida em media de 43% da área de matérias para área da WIP. Outro resultado muito importante com a redução em média de 69% da distancia percorrida do percurso da área de WIP para área produtiva para itens diversos conforme demonstrado na tabela 10.

Tabela 10 - Resultado da Redução da Distância Percorrida da WIP Para Linhas.

WIP~Linhas	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	119,6	29,6	75%
Linha 2	107,7	25,4	76%
Linha 3	96,4	21,5	78%
Linha 4	89,9	26,4	71%
Linha 5	71,3	29,7	58%
Linha 6	63,7	39,25	38%
Resultado Médio			69%

Com a mudança do layout o nosso resultado mais positivo foi a redução do percurso da madeira até o processo produtivo onde conseguimos uma redução em média de 79% conforme demonstrado na tabela 11.

Tabela 11 - Resultado da Distância Percorrida do Stock para o Processo (Madeira).

WIP~Linhas	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	196,7	54,4	72%
Linha 2	186	46,4	75%
Linha 3	180,9	37,6	79%
Linha 4	173,1	29,5	83%
Linha 5	156,7	13,6	91%
Linha 6	126,5	33,8	73%
Resultado Médio			79%

A redução mais impactante que trouxe a mudança do layout foi a redução da mão-de-obra conforme pode ser observado na tabela 12.

Tabela 12 - Redução da Mão-de-Obra (Alimentadores).

WIP~Linhas	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	2	1	50%
Linha 2	2	1	50%
Linha 3	2	1	50%
Linha 4	2	1	50%
Linha 5	2	1	50%
Linha 6	2	1	50%
Resultado Médio			50%

Apesar dos excelentes resultados alcançados com a mudança do layout o gestor da produção da empresa fornecedora durante a implantação foi decidido não aplicar todas as mudanças levantadas, apresentadas e aprovadas durante o estudo dos percursos da caixa, calço de embalagem para o processo abaixo nas tabelas pode ser visto o resultado médio dos benefícios caso tivesse ocorrido a aplicação.

No caso do percurso da caixa de embalagem a redução do movimento e transporte desnecessários seria de 72% conforme resultado na tabela 13.

Tabela 13 - Resultado da Distância Percorrida da Caixa de Embalagem.

Stock~Processo	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	191,6	70,1	63%
Linha 2	183,96	62,2	66%
Linha 3	175,36	53,8	69%
Linha 4	167,56	45	73%
Linha 5	-	-	-
Linha 6	158,8	17,6	89%
Resultado Médio			72%

Para o percurso do calço de embalagem a redução média seria de 60% com movimento e transporte desnecessário conforme tabela 14 abaixo.

Tabela 14 - Resultado da Distância Percorrida do Calço de Embalagem.

Stock~Processo	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	139,28	70,1	50%
Linha 2	131,67	62,2	53%
Linha 3	122,81	53,8	56%
Linha 4	114,9	45	61%
x'Linha 5			
Linha 6	86,9	17,6	80%
Resultado Médio			60%

Porém para as outras duas propostas da mudança o percurso do stock de cabos para preparação e da preparação para a linha de produção o gestor da produção novamente decidiu deixar na situação atual. Conforme tabela 15 a empresa fornecedora poderia ter alcançado uma redução de 87% no desperdício com movimento desnecessário com o percurso do stock para linha de preparação.

Tabela 15 - Resultado da Distância Percorrida do Cabos.

Stock~Cabo Preparação	Antes	Depois	Resultado
Linhas 1,2, 3, 4, 5, 6	78,6	10,5	87%

Essa segunda fase da preparação dos cabos para as linhas de produção foi satisfatório o resultado da aplicação conforme pode ser visto na tabela 16, essa aplicação traria um redução de 12% com movimento e transporte desnecessário.

Tabela 16 - Resultado da Redução da Distância Percorrida dos Cabos.

Stock~Cabo Preparação	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	72,2	15,7	78%
Linha 2	68,8	20,6	70%
Linha 3	59	24,5	58%
Linha 4	19,1	32,8	-72%
Linha 5	52,7	45,5	14%
Linha 6	42,3	75,7	-79%
Resultado Médio			12%

A organização da Área da WIP teve como aplicação do leitor ótico onde o fornecedor conseguiu melhorar o controle de matérias. Antes era controle manual passando a ser automático.

Com aplicação desta melhoria também foi possível reduzir desperdício de área com excesso de material fora do plano de produção. o. Resultado do Controle da Redução na área WIP, antes o tempo de material em stock era em 10 dias passando a ser em 3 dias portanto passou a ter um melhor gerenciamento de stock.

Os ganhos com aquisição de novos calços de embalagem retornáveis obter redução do desperdício da mão-de-obra com retrabalho desnecessário e maior capacidade de entrega de caixas acústicas conforme demanda do cliente conforme analisado na tabela 17.

Tabela 17 - Resultado da Análise da Demanda de Produção.

Atividades Melhoradas	Antes	Depois	Resultado
Quantidade de Entrega (Qty)	488ea	988ea	102%
Quantidade de Retrabalho (Qty)	10	0	100

Os Ganhos que a empresa alcançaria com automatização da alimentação da madeira e Aplicação de Cola. Com aplicação dessa melhoria a empresa fornecedora teria uma redução de 42% no tempo deste posto de trabalho como pode ser visto na tabela 18, neste processo conforme apresentado no WID esse é o grande gargalo do processo de fabricação de Caixas acústicas.

Tabela 18 - Resultado do Tempo da Atividade.

Linhas	Antes	Depois	Resultado
Linha 1	180	114,0	37%
Linha 2	46	27,5	40%
Linha 3	25	15,3	39%
Linha 4	33	18	45%
Linha 5	38	22	42%
Linha 6	75	40,0	47%
Resultado Médio			42%

O segundo benefício que seria alcançado com essa automatização seria a redução da mão-de-obra de um operador por linha totalizando 6 operadores. A redução de pessoas e de custos foram nossos principais desafios colocados pelo nosso presidente.

Outra questão foi a automatização da aplicação de Cola no Baffle, Essa melhoria foi mais uma adiada devido ao problema do nosso mercado consumidor que diminuiu a demanda gerando retração da aplicação de investimentos por parte da empresa fornecedora. Se tivéssemos conseguido aplicar essa melhoria teríamos um benefício de impacto no processo de

fabricação de caixas acústicas. O benefício seria com a redução de 1 operador por linha totalizando 6 operadores.

Mais um exemplo de uma melhoria de impacto que não poderá ser apresentada durante esta dissertação apesar da aprovação da compra de uma máquina de aplicação automática da vedação piloto em uma linha. Com aplicação dessa melhoria fornecedor reduziria 2 operadores por linha.

Com aplicação da automatização do processo de fechamento da caixa acústica tivemos o ganho real de 1 operador por linha gerando um impacto muito positivo dentro do processo da empresa fornecedora de caixas acústicas.

A eliminação da fita de arqueamento sendo uma melhoria de grande impacto dentro do fornecedor devido aos vários benefícios alcançados com essa melhoria a redução de 1 operador por linha totalizando 6 operadores. O segundo benefício seria a redução de 1 equipamento por linha e a eliminação da manutenção dos equipamentos totalizando a redução e manutenção de 6 equipamentos.

Terceiro benefício alcançado com essa melhoria foi a eliminação da fita de arqueamento devido a empresa fornecedora fazer a compra desse material onde a mesma tomou a decisão de não repassar para a empresa contratante quanto rolos eram consumidos por mês e os custos reduzidos.

Aplicação do levantador será mais melhoria que não será aplicada devido a queda da produtividade conforme já descrito acima.

A última melhoria aplicada foi a implantação da máquina 3M a aplicação de mais essa melhoria dentro do processo da empresa fornecedora foi alcançado um ótimo resultado com a redução de mais 1 operador por linha totalizando mais 6 operadores a menos no processo. Conforme pode ser visto na tabela 19 o resumo da redução da mão-de-obra que poderia ser alcançada se todas as melhorias propostas fossem aplicadas.

Tabela 19 - Resultado da Redução Operacional.

Redução da mão-de-obra (Propostas)						
Propostas	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Mudança do Layout	1	1	1	1	1	1
Automatização do Processo de Madeira	1	1	1	1	1	1
Automatização do Processo de Aplicação de Cola no Baffle	1	1	1	1	1	1
Automatização da Aplicação da vedação	2	2	2	2	2	2
Automatização no Processo de Fechamento das Caixas Acústicas.	1	1	1	1	1	1
Eliminação da fita de Arqueamento	1	1	1	1		1
Aplicação do levantador	1	1	1	1	1	1
Aplicação da Máquina 3M	1	1	1	1		1

Na tabela 20 abaixo está representado a quantidade da mão-obra-reduzida com as melhorias aplicadas dentro do processo do fornecedor.

Tabela 20 - Resultado Real da Redução da Mão-de-Obra.

Redução da Mão-de-Obra (Aplicadas)						
Aplicadas	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Automatização do Processo de Madeira	1	1	1	1	1	1
Automatização do Processo de Aplicação de Cola no Baffle						
Automatização da Aplicação da vedação						
Automatização no Processo de Fechamento das Caixas Acústicas.	1	1	1	1	1	1
Eliminação da fita de Arqueamento	1	1	1	1		1
Aplicação do levantador						
Aplicação da Máquina 3M	1	1	1	1		1

Na Tabela 21 está o resultado final de todas as atividades aplicadas dentro do fornecedor de caixas acústicas conforme resultado abaixo não conseguimos alcançar a meta de 20% do aumento da produtividade devido aos problemas enfrentados em nosso país foi decidido por enterroper o projeto.

Tabela 21 - Resultado Final das Ações Aplicadas.

Estado Atual	Produção Requerida	160	1200	2200	1800	650	1600	Meta de Redução 20%
	Números de Operadores	32	40	33	36	31	36	
	Tempo Disponível	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	
	Peças por Hora	0,57737	3,4642	7,69823	5,77367	2,42122	5,13215	
Melhorias Aplicadas	Produção Requerida	160	1200	2200	1800	650	1600	Resultado final
	Números de Operadores	28	36	29	32	27	32	
	Tempo Disponível	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	
	Peças por Hora	0,65985	3,84911	8,76005	6,49538	2,77992	5,77367	
	Resultado	14%	11%	14%	13%	15%	13%	13%
Propostas	Produção Requerida	160	1200	2200	1800	650	1600	Resultado Potencial
	Números de Operadores	23	31	24	27	22	27	
	Tempo Disponível	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	
	Peças por Hora	0,80329	4,46994	10,5851	7,69823	3,41172	6,84287	
	Resultado	39%	29%	38%	33%	41%	33%	

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo está sendo demonstradas as principais conclusões desta dissertação. Os objetivos alcançados, os métodos para o atingimento das metas e as dificuldades enfrentadas durante o tempo do desenvolvimento desta dissertação. A nossa principal meta estabelecida pelo nosso presidente era melhorar a produtividade da empresa fornecedora de caixa acusticas eliminando os desperdícios com aplicação de investimento em processos de automação substituindo processo manual e reduzir operadores. Foi aplicado o WID no processo produtivo com objetivo de detectar os principais desperdícios e analisar o sistema produtivo da empresa e o fluxo de materiais.

Após análise do WID e o levantamento dos desperdícios encontrados na empresa foi apresentada para gestão da empresa fornecedora e para o presidente da empresa contratante, os estudos das ações para resolver o problema com desperdícios de movimentação e transporte desnecessário para melhorar o fluxo de matérias e aumentar a produtividade em 20% e reduzir os custos de mão-de-obra. Após apresentação a empresa fornecedora aprovou as 7 mudanças do layout na área de stock e pagou todos os custos porém não foi apresentando os valores investidos, muito embora no decorrer das mudanças um novo gerente industrial da empresa fornecedora não aplicou todas as mudanças apresentadas e aprovadas no início deste projeto apesar dos ótimos resultados alcançados comprovando nos estudos aplicados pela equipe de tarefa.

Após aplicação da melhoria do layout da área de stock foi possível reduzir a distância percorrida do stock para WIP para entregar dos itens diversos da caixa acústica em 43%, WIP para linha final redução de 69%, stock para linha da madeira 79% e a redução mais impactante nesta fase da mudança do layout foi redução da mão-de-obra com alimentadores em 50%.

Dentro do processo produtivo foram realizadas inúmeras melhorias tanto da equipe de tarefas da empresa fornecedora quanto da equipe da empresa contratante, sendo que nessa fase a equipe teve maiores restrições de acesso as informações dos tempos das atividades operacionais, portanto a empresa fornecedora foi quem realizou as medições dentro do processo aumentando assim a dificuldade para o estudo e aplicação de possíveis ações para aumentar a produtividade da empresa fornecedora, porém com muito esforço das duas equipes foi implantado algumas melhorias de impacto como aplicação da máquina de prensa automática para o fechamento da caixa acústica onde foi reduzido 6 operadores, com a eliminação da fita de arqueamento também foi possível reduzir mais 6 operadores e 6

máquinas de arqueamento, com aplicação da máquina 3M onde foi retirado mais 5 operadores totalizando a redução da mão-de-obra de 17 operadores dentro do processo produtivo.

Apesar das poucas melhorias implantadas devido aos problemas com a recessão no país desde 2015 e com aumento do dólar e a redução drástica da demanda de produção não será possível aplicar todas as melhorias planejadas e aprovadas apesar dos benefícios que trariam seria necessário o investimento em equipamentos para automatizar o processo. Mesmo assim as melhorias implementadas trouxeram impactos positivos para as duas empresas e a empresa para qual eu trabalho aplicou uma redução de 30% no valor dos produtos adquiridos no fornecedor de caixas no qual não se teve acesso ao cálculo e valores. Como objetivo da equipe era reduzir custos da caixa acústica e aumentar a produtividade em 20% onde foi alcançado somente 12% do aumento da produtividade devido a redução na demanda foram reduzidos os investimentos e não será aplicada a automatização no processo durante o decorrer desta dissertação, porém, se todas as melhorias tivessem sido aplicadas era possível alcançar até 36% e atingir a meta estabelecida no início do projeto.

Após aplicação dos estudos e a experiência adquirida dentro do decorrer deste projeto a sugestão que fica para trabalhos futuros é um melhor alinhamento entre as duas partes onde ambas partes precisam entender que a redução de custo é necessária para manter a competitividade dentro do mercado consumidor e que seja dividido todas as reduções de custos em partes iguais para que todos possam ter capital de investimento e seguir na aplicação da melhoria contínua e evitar desconforto entre as equipes de melhoria e que todas tenham acesso a todas as informações facilitando a análise e desenvolvimento de melhorias onde possa ser visto todo o resultado alcançado elevando assim o comprometimento e auto estima dos colaboradores envolvidos no projeto.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmadi, H. (2008). Overall equipment effectiveness (OEE). Arkan Danesh Press: Esfakhan.
- Alves, J., & Alves, J. (2015). Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. *Internacional Journal of Production Research*, 53(17), 5320-5333. doi: 10.1080/00207543.2015.1033032.
- Alves, J., Alves, J., & Bertelli, C. (2009). Redução de Tempo de Ciclo de Importação de Materiais através da Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor. *Simpoi*. Instituto Politécnico de Aeronáutica. Brasil.
- Antunes, J. (2008). Sistema de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organizations. *International Journal of Production Reserach*, Vol. 52 No. 18, pp.5346-5366.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology*, v.17, n.1, p56-72.
- Carvalho, J., Ferrete, L., Sousa, R., Medeiros, H., Magalhães, A., & Ferreira, J. (2015). Process Mapping improvement extending value stream maps with waste identifications diagram. *FME transactions*, v.43, p.287-294.
- Carvalho, J., Guimarães, L., Moreira, F., Rodrigues, J., & Lima, R. (2014). Waste identification diagram with OEE data. XX Internacional Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM 2014), 20. Malaga, Spain. Proceedings. Málaga: ABREPO.
- Carvalho, J., Moreira, F., Bragança, S., Costa, E., Alves, A., & Souza, R. (2014). Waste identification diagrams. *Production Planning & Control*, v.26, n.3, p.235-247.
- Corrêa, H., & Corrêa, C. (2012). Administração de produção e de operações. *Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica*. 1 ed. São Paulo: Atlas, 446.
- CTCP. (2011). "Produção Lean Guia do Empresário". Vol. 8, 1~47.
- Dadashnejad, A., & Valmohammadi, C. (2017). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, doi: 10.1080/14783363.2017.1308821.
- Dennis, P. (2008). Produção lean simplificada. Porto Alegre: Bookman.

- Eira, R. (2015). et al. An initiation of a lean journey in a clothing company. . In: International Conference on Mechanics and Materials in Design, 6, 2015 . Ponta Delgada, Açores: Proceedings...Ponta Delgada: M2D.
- Green, J., Lee, J., & Kozman, T. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production*, 2975-2993.
- Guimarães, L., Santana, A., Medeiros, H., & Fagundes, J. (2015). Representação visual de custos no processo produtivo: Estudo de caso em uma indústria calçadista de Portugal. *Revista de Produção Online*. v.15, n.4, p.1377-1398.,v.15, n.4, p. 1377-1398.
- Habu, N., Koizumi, Y., & Ohmori, Y. (2012). Implementação do 5S na Prática. Tradução da Central de Manutenção Ltda.(CEMAN). Campinas SP: Icea.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.doi:10.10116/j.jom.2006.04.001.
- Jacobs, F., & Chase, R. (2014). *Operations and Supply Chain Management*.
- James, C. (2015). *Lean auditing driving added value and efficiency in internal audit*. JOHN WILEY & SONS, INC.
- Jasti, N., & Kodali, R. (2015). Lean Production: literature review and trends. *Internacional Journal of Production Research*, 53(3), 867-885. doi:10.1080/00207543.2014.837508.
- Jasti, N., & Sharma, A. (2014). Lean manufacturing implementation using value mappings a tool: a case study from auto components industry. *International Journal of Production Research*, v.51, n.22, p.89-116.
- Juran, J., & De Feo, J. (2010). *Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence*. McGraw Hill.
- Karim, A., & Uz-Zaman, A. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1): 169-196.
- Marodin, G., & Saurin, A. (2013). Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. *International Journal of Production Research*, v.51, n.22, p.6663-6680.
- Marodin, G., & Saurin, T. (2013). Implementing Lean Production Systems: research areas and opportunities for future studies. *Internacional Journal of Production Research*, v.51, n22, , p.6663-6680.

- Monden, Y. (2012). *Toyota production system: An integrated approach to Just-in-time* (4th ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Neumann, W., & Medbo, L. (2010). Ergonomic and technical aspects in the redesign of material supply systems: Big boxes vs. narrow bins. *Internacional Journal of Industrial Ergonomics*, 40(5), 541-548.
- Obara, S., & Wilburn, D. (2012). *Toyota by Toyota, Reflections from the Inside Leaders on the Techniques That Revolutionized the Industry*. CRC press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large scale production*. Cambridge: Production Press.
- Pinto, J. (2008). Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro. *Comunidade Lean Thinking*, 159-163. <https://doi.org/10.1002/9780470759660>.
- Pinto, J. (2009). *A filosofia das organizações vencedoras*. LIDEL ed.
- Pinto, J. (2010). *Gestão de Operações na indústria e nos serviços*. (I. Lidel - edições técnicas Ed. 3.ª ed.).
- Ramesh, V., & Kodali, R. (2011). A decision framework for maximizing lean manufacturing performance. *International Journal of Production Research* 50(*) , 2234-2251. Doi:10.1080/00207543.2011.564665.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute.
- Sá, J., Carvalho, J., & Souza, R. (2011). Waste identification diagrams. In: *Congresso Luso Moçambicano de Engenharia*, 6, 2011. Maputo, Moçambique, Anais...Maputo: Edições INEGI.
- Shimokawa, K., & Fujimoto, T. (2011). *O nascimento do lean: conversas com Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e outras pessoas que deram forma ao modelo Toyota de gestão*. Porto Alegre: Bookman.
- Silva, J. (2014). OEE- A forma de medir a eficácia dos equipamentos. Obtido em 15 de dezembro de 2018, p. <http://www.freewebs.com/leanemportugal/artigoswhitepapers.htm>.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2013). *Princípios da administração da produção*. São Paulo: Atlas.
- Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., & Jonhston, R. (1997). *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas.

- Suzaki, K. (2010). Metodologias Kaizen para a melhoria Contina (LeanOP).
- Thiollent, M. (2005). Metodologia da Pesquisa-Ação. São Paulo: Cortez Editora.
- Tubino, D. (2015). Manufatura enxuta como estratégia de produção: a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015.
- Valmohammadi, C. (2011). Quality and productivity management, 2nd ed. Islamic Azad University, Publication: Tehran.
- Vinodh, S., Selvaraj, T., Chzinth, S., & Vimal, K. (2015). Development fo value stream map for an Indian automative components manufacturing organization. Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 13 No. 3,, pp. 380-399.
- Vlachos, L. (2015). Applying lean thinking in the food supply chains: a case study. Production Planning & Control: Management of Operations, doi: 10.1080/09537287.2015.1049238.
- Werkema, C. (2011). Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Womack, J., & Jones, D. (2004). A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdicio e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier.

Anexo I – Cálculo do Tempo de Ciclo

Na tabela 22 está demonstrando os tempos coletados no posto com maior tempo de cada linha cedida pela equipe de projeto da empresa fornecedora conforme decisão dos gestores onde foram coletadas 25 observações com algumas variações de tempo com os seguintes resultados médio conforme cálculos abaixo.

Tabela 22 - Cálculo de Tempo de Ciclo (Segundos).

Cálculo/Unidade	N ° de Amostras	WIP	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Para este caso particular, uma vez que todos os produtos passam pela última estação de trabalho, pode-se dizer que o tempo da última estação de trabalho define o tempo de ciclo do sistema. (Segundos)	1	21	181	47	23	31	37	77
	2	18	183	46	25	29	39	74
	3	21	179	48	27	35	36	74
	4	20	177	45	24	34	37	75
	5	19	180	45	25	35	36	75
	6	22	182	47	25	34	39	78
	7	20	181	44	24	34	41	76
	8	22	178	46	26	31	40	76
	9	19	182	48	27	32	38	77
	10	20	181	47	23	30	39	74
	11	17	183	45	24	31	37	72
	12	17	178	46	26	32	37	73
	13	23	179	47	26	32	38	74
	14	21	182	49	25	33	41	72
	15	22	181	44	24	34	39	74
	16	23	182	45	25	36	39	75
	17	22	178	47	27	34	37	74
	18	21	180	44	25	35	36	76
	19	19	179	45	24	34	38	75
	20	21	179	46	26	36	36	76
	21	18	177	44	24	34	39	77
	22	17	178	45	24	35	36	74
	23	17	177	47	26	31	38	73
	24	19	181	46	23	32	37	76
	25	21	182	47	27	31	40	78
	MÉDIA	20	180	46	25	33	38	75

Anexo II- Cálculo da WIP

Segue abaixo a tabela 23 por linha para calculo da WIP.

Tabela 23 - Cálculo da WIP.

Cálculo/Unidade		Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Total
Stock ~WIP	m $WIPs = \sum_{i=1}^{m} WIPi \text{ (uni)}$	1046	5492	6953	3888	1650	3240	22269

Segue abaixo a tabela 24 com cálculo da WIP do processo.

Tabela 24 - Cálculo da WIP no Processo Produtivo.

Processos	Cálculo/Unidade	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
WIP~Processo	m $WIPs = \sum_{i=1}^{m} WIPi \text{ (uni)}$	648	1631	2422	1224	1130	2422
Stock~Preparação de cabos		40	300	300	300	300	400
Stock de madeira~Processo		80	200	300	300	200	200
Stock de box~Processo		100	100	100	100	0	100
Stock de Packing~Processo		48	48	80	80	0	60
Total WIP no Processo Produtivo		916	2279	3202	2004	1630	3182

Anexo III – Tempo de Setup

Na tabela abaixo 25 os tempos levantados pela equipe de projeto da empresa fornecedora para no setup da mudança de modelo.

Tabela 25 - Cálculo do Tempo de Setup.

Cálculo/ Unidade	N ° de Amostras	WIP	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Tempo médio da mudança de modelo	1	11,0	32,4	20,5	18,2	23,4	30,20	42,1
	2	9,5	29,0	21,0	16,4	25,1	30,80	39,5
	3	10,0	31,0	20,5	17,0	27,3	28,40	39,1
	4	11,8	30,1	19,0	19,1	24,0	29,20	38,2
	5	9,2	29,4	20,1	19,4	25,0	31,80	39,9
	MÉDIA	10	30	20	18	25	30	40

Anexo IV – Cálculo do Esforço de Transporte

Na tabela 26 abaixo com cálculo do esforço de transporte dos itens diversos do stock para WIP.

Tabela 26 - Cálculo do Esforço de Transporte do Stock Para WIP.

Stock~WIP	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7	60,7
Número de peças	1046	5492	6953	3888	1650	3240
Esforço de Transporte	63474,9	333383	422021	236030	100155	196668
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Na tabela 27 abaixo com cálculo do esforço de transporte da WIP para linhas de Produção.

Tabela 27 - Cálculo do Esforço da WIP para Linhas de Produção.

Itens Diversos (Linhas)						
WIP~Linhas	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	119,6	107,7	96,4	89,9	71,3	63,7
Número de peças	648	1631	2422	1224	1130	2422
Esforço de Transporte	77500,8	175659	233481	110038	80569	154281
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Na tabela 28 abaixo com cálculo do esforço de transporte do stock para linhas de Produção.

Tabela 28 - Cálculo do Esforço de Transporte da Madeira do Stock para Linhas de Produção.

Madeira (Linhas)						
Stock~Processo	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	196,7	186	180,9	173,1	156,7	126,5
Número de peças	80	200	300	300	200	200
Esforço de Transporte	15736	37200	54270	51930	31340	25300
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Na tabela 29 abaixo com cálculo do esforço de transporte da madeira do stock para linhas de Produção.

Tabela 29 - Cálculo do Esforço de Transporte da Madeira.

Caixa de Embalagem (Linhas)						
Stock~Processo	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	191,6	187,6	175,36	167,56		158,56
Número de peças	100	100	100	100		100
Esforço de Transporte	19160	18760	17536	16756	0	15856
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Na tabela 30 abaixo com cálculo do esforço de transporte do calço de embalagem do stock para linhas de Produção.

Tabela 30 - Cálculo do Esforço de Transporte do Calço de Embalagem.

Stock~Processo	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	139,28	131,67	122,81	114,9		86,9
Número de peças	48	48	80	80		60
Esforço de Transporte	6685,44	6320,16	9824,8	9192	0	5214
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Na tabela 31 abaixo com cálculo do esforço de transporte dos cabos do stock para preparação.

Tabela 31 - Cálculo do Esforço de Transporte dos Cabos.

Stock~Processo	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6
Distancia	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6
Número de peças	40	300	300	300	300	400
Esforço de Transporte	3144	23580	23580	23580	23580	31440
Método	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin	Matrin

Anexo V – Cálculo do Tempo de Atravessamento

Na tabela 32 esta demonstrando o cálculo do tempo de atravessamento.

Tabela 32 - Cálculo de Tempo de Atravessamento.

Cálculo / Unidade	Processos		Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	WIP
m Tar=TTr $\Sigma (WIP_i)$ (i=1)	Stock ~WIP	Ta1	1046	5492	6953	3888	1650	3240	3712
	Tempo de Desembalagem		24	24	24	24	24	24	24
	Resultado		25097	131815	166862	93323,1	39600	77760	
	WIP~Processo		648	1631	2422	1224	1130	2422	
	Stock~Preparação de cabos		40	300	300	300	300	400	
	Stock de madeira~Processo		80	200	300	300	200	200	
	Stock de box~Processo		100	100	100	100	0	100	
	Stock de Packing~Processo		48	48	80	80	0	60	
	Total dos itens em processo		916	2279	3202	2004	1630	3182	
	Tempos de processo		195	52	28,36	34,67	48	78	
	Resultado		178620	118508	90820	69472	78240	248196	89076

Anexo VI – Cálculo da Mão de Obra Representado no WID.

Na tabela 33 abaixo demonstra o cálculo da mão de obra representado no WID.

Tabela 33 - Cálculo da Mão de Obra.

Nº	Hora	Valor. Acrescentado	Movimento	Transporte	Espera	Process Excess	Retrabalho	Ausente	Outro
1	08:00	10,00	1,27	0,55	0,02		0,00		
2	09:00	12,00	1,29	0,59	0,02		0,00		
3	10:00	11,00	1,25	0,45	0,01		5,00		
4	11:00	8,00	1,29	0,48	0,03		0,00		
5	11:30	11,00	1,30	0,59	0,01		0,00		
6	13:30	11,00	1,28	0,52	0,01		0,00		
7	14:00	12,00	1,32	0,54	0,02		0,00		
8	15:00	11,00	1,29	1,23	0,01		0,00		
9	16:00	9,00	1,29	0,55	0,03		0,00		
10	08:00	10,00	1,32	0,51	0,01		0,00		
11	09:00	10,00	1,31	0,59	0,01		0,00		
12	10:00	9,00	1,29	1,19	0,05		0,00		
13	11:00	11,00	1,32	0,51	0,01		0,00		
14	11:30	12,00	1,34	0,52	0,02		0,00		
15	13:30	10,00	1,29	1,00	0,01		0,00		
16	14:00	11,00	1,31	0,58	0,01		0,00		
17	15:00	10,00	1,35	0,58	0,01		0,00		
18	16:00	9,00	1,29	0,59	0,02		0,00		
19	08:00	8,00	1,31	1,30	0,02		0,00		
20	09:00	9,00	1,34	1,31	0,01		0,00		
21	10:00	8,00	1,28	0,58	0,02		0,00		
22	11:00	9,00	1,31	0,59	0,02		0,00		
23	11:30	8,00	1,34	1,18	0,01		0,00		
24	13:30	8,00	1,32	1,28	0,01		0,00		
25	14:00	9,00	1,37	0,49	0,03		10,00		
26	15:00	8,00	1,34	0,48	0,01		0,00		
27	16:00	9,00	1,28	0,48	0,03		0,00		
	Total	263,00	35,29	19,26	0,47		15	0	0
		Valor. Acrescentado	Movimento	Transporte	Espera	Process Excess	Retrabalho	Ausente	Outro
		78,97%	10,60%	5,78%	0,14%		4,50%		